Elektronika a počítače

Radek Hnilica

Elektronika a počítače

Radek Hnilica

Working Vydání
Vydáno

Vše od základů elektroniky přes logické obvody až k procesorům.

Pracovní sešit na téma elektronika a počítače. Postihuje vše od základních věcí až po pokročilou digitální techniku. Tedy sem si píši vše co do tohoto tématu spadá, a píši to jak mi to přijde pod ruku a mám čas a potřebu si příslušnou informaci zaznamenat.

Tento dokument je k dispozici v několika různých formátech. Jako vícestránkový HTML dokument[2], postscriptový[3] či PDF[4] soubor formátovaný na velikost papíru A4. Pokud některý z těchto formátů nenaleznete, nebo bude neaktuální dejte mi vědět, připravím jej pro vás.

Aktuální verze knihy je vystavena na www.hnilica.cz[5], www2.hnilica.cz[6] a na penguin.cz/~radek[7]. Některé z těchto webů nemusí být dosažitelné.

Pokud budu mít možnost vystavit tento dokument i jinde, rád tak učiním.

Počet stran v Postscriptové[8] a PDF[9] verzi: 793 .

ěščřžýáíéúů

Příšerně žluťoučký kůň úpěl ďábelské ódy.

Hleď, toť přízračný kůň v mátožné póze šíleně úpí.

Přehled revizí

Revize 3	2010-08-23	Revidoval: rh
Změna licence.		
Revize 2	2009-07-07	Revidoval: rh
Aktuální pracovní verze.		
Revize 1.19	2009/01/28 18:30:17	Revidoval: rfh
Aktuální pracovní verze.		

Věnování

FIXME:napsat věnování

Obsah

Seznam tabulek

Předmluva

FIXME:napsat nebo nechat napsat předmluvu.

Kapitola 1. Úvod

Odkazy:

- Lessons In Electric Circuits[1]

Původně jsem tento dokument začal psát, abych si utřídil informace o digitálních obvodech. A těch tu opravdu příliš informací nění. Později jsem pak začal sbírat informace o historické výpočetní technice a něco málo jsem se věnoval jednočipovým mikropočítačům, zejména AVR firmy Atmel.

Obrázky vytvářim několika programy. Obrázky instrukcí jsou vytvářeny pomocí programu **gpic** jenž přináleží ka programu **groff**. Schémata jsem pak jak šel čas vytvářel v programech TkGate, Electric a naposled a těch je nejvíce, gEDA.

Poznámky

1. http://www.ibiblio.org/obp/electricCircuits/index.htm

I. Součástky, komponenty a materiály

Kapitola 2. Fyzikální veličiny

*

2.1. Základní fyzikální veličiny

*

Odkazy:

- Desítková soustava[1] na české Wikipedii
- Předpona soustavy SI[2]
-
-

Při konstrukci elektronických zařízení pracujeme s reálnými materiály. S reálnou hmotou, která ma rozměry, hmotnost a další vlastnosti. Abychom mohli vyjádřit číselně vlastnosti hmoty, musíme mít měřítko, tedy soustavu jednotek, k vyjádření.

Tabulka 2-1. Tabulka základních jednotek

veličina	označení	jednotka	označení	poznámka
délka		metr	m	
hmotnost		kilogram	kg	
čas	t	sekunda	s	
náboj		Coulomb	C	
napětí	U	Volt	V	
proud				
odpor	R	Ohm	Ω	
kapacita	C	Farad	F	
indukčnost	L	Henry		

Tabulka 2-2. Násobky a jejich značení

název	značení	hodnota	poznámka
exa	E	10^{18}	
peta	P	10^{15}	
tera	T	10^{12}	
giga	G	10^{9}	

název	značka	hodnota	poznámka
mega	M	1 000 000	
kilo	k	1 000	
hekto	h	100	
deka	da	10	
deci	d	0,1	
centi	c	0,01	
mili	m	0,001	
mikro	μ	0,000 001	
nano	n	10-9	
piko	p	10-12	
femto	f	10-15	
atto	a	10-18	

2.1.1. Délka, rozměr

Délka je vzdálenost mezi dvěma body v prostoru.

Může to být vzdálenost jednoho konce tyče od druhéhé konce tyče. Vzdálenost jednoho rohu krabice od druhého rohu krabice, atd.

Tabulka 2-3. Jednotky délky

popis	zkratka		
metr	m		
.	mil	1000 mil = 1 in	
palec *inch*	in	1 in = 25.4 mm	
stopa *foot*	ft.		
míle .			

Základní délkovou jendotkou podle soustavy SI je metr. V době svého vzniku byl definován jako jedna desetimilióntina zemského kvadrantu. Protože tato definice přestala časem vyhovovat, byla nahrazena jinou, přesnější. Podle té je jeden metr definován jako 1 650 763,73 násobek vlnové délky záření ve vakuu které přísluší přechodu mezi energetickými hladinami $2p_{10}$ a $5d_5$ atomu kryptonu 86. Poslední definice je z roku 1983 a v ní je metr definován jako vzdálenost, kterou urazí světlo ve vakuu za dobu 1/299 792 458 sekundy.

Ačkoliv je metry v soustave SI standardizován již vice než 200 let, přesto se v některých oborech používají odlišné, tradiční jednotky. Pro elektroniku je důležitá jednotka palec (inch) a jeho zlomek mil. Palec je definován jako 25,4 milimetru přesne a 1 mil je jedna tisícina palce. Od těchto měr jsou tradičně odvozeny například rotměry součástek a tím pádem se používají při konstrukci DPS.

2.1.2. Náboj

*

Odkazy:

- Electric charge[3] na Wikipedii
- Coulomb[4] na Wikipedii
-
-

Elektrický náboj je měřen v jednotkách coulomb

- 1 Coulomb = 6,24151 × 10^{18} × p^+; kde p^+ je elektrický náboj protonu. Můžeme také použít elektrický náboj elektronu e^-, protože $p^+ = -e^-$

2.1.3. Napětí

* ***Attributy:*** *id="voltage"*

Odkazy:

- Voltage[5] na Wikipedii
- Electric potential[6] na Wikipedii
-
-

U

2.1.4. Proud

*

Odkazy:

- Elektrický proud[7] na české Wikipedii
- Electric current[8] na Wikipedii
-

I

2.1.5. Odpor

Odkazy:

- Odpor (rezistor) jako součástka
- Electrical resistance[9] na Wikipedii
-
-

Odpor jako veličina je schopnost materiálu klást odpor průchodu elektrického proudu. Označuje se písmenem R. Jednotka odporu je Ω.

V elektrickém obvodu je vztah mezi odporem, napětím a proudem dán ohmovým zákonem.

2.1.6. Kapacita

* ***Attributy:*** *id="Capacitance"*

Odkazy:

- Capacitance[10] na Wikipedii
- 4.2
-

Rovnice 2-1. Rovnice

$$C = \frac{Q}{V}$$

Energie náboje q.

$$\mathrm{d}W = \frac{q}{C}\,\mathrm{d}q$$

2.1.7. Indukčnost

*

Odkazy:

- Inductance[11] na Wikipedii
- 4.3
-

Rovnice 2-2. Napětí na cívce

$$v = \frac{d\phi}{dt} = L\,\frac{di}{dt}$$

Rovnice 2-3. Poud protékající cívkou

$$i = \frac{1}{L}\int udt$$

2.2. Odvozené fyzikální veličiny

* *Rozmyslet co dát do této sekce.*

2.3. Zákony a vztahy mezi veličinami

*

2.3.1. Ohmův zákon

* *id="ohms-law"*

Odkazy:

- Ohmův zákon[12] na české Wikipedii
- Ohm's law[13] na Wikipedii
-

I = V / R
V = IR
R = V / I

2.3.2.

*

Poznámky

1. http://cs.wikipedia.org/wiki/Desítková_soustava
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Předpona_soustavy_SI
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_charge
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Coulomb
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Voltage
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_potential
7. http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrický_proud
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_current
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistance
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Capacitance
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Inductance
12. http://cs.wikipedia.org/wiki/Ohmův_zákon
13. http://en.wikipedia.org/wiki/Ohm's_law

Kapitola 3. Materiály a jejich vlastnosti

*

V konstrukcích používáme řadu různých materiálů s odlišnými fyzikálními vlastnostmi.

Z hlediska vodivosti elektrického proudu rozlišujeme tři základní kategorie látek, jsou to:

- vodiče
- nevodiče - izolanty
- polovodiče

* *Rozepsat se blíže.*

3.1. Vodiče

*

Odkazy:

- Wire Gauge and Current Limits[1]
- American wire gauge[2] na Wikipedii
- Standard wire gauge[3] — BS 3737:1964, Imperial Wire Gauge or British Standard Gauge
-
-

Vodič je materiál, jenž snadno vede elektrický proud. Jako vodiče se používají kovy, většinou železo, hliník a měď. V elektronice je to téměř výhradně měď.

AWG je American Wire Gauge. Jedná se o standard popisující elektrické kabely.

D(AWG) = 0.005 * $92^{((36\text{-AWG})/39)}$ inch

Tabulka 3-1. AWG

gauge	**průměr**		**odpor**				
	palce	**mm**	Ω / **1000 ft.**	Ω / **km**			
OOOO	0.46	11.684	0.049	0.16072	380	302	125 Hz
OOO	0.4096	10.40384	0.0618	0.202704	328	239	160 Hz
OO	0.3648	9.26592	0.0779	0.255512	283	190	200 Hz
0	0.3249	8.25246	0.0983	0.322424	245	150	250 Hz
1	0.2893	7.34822	0.1239	0.406392	211	119	325 Hz
16	0.0508	1.29032	4.016	13.17248	22	3.7	11 kHz
17	0.0453	1.15062	5.064	16.60992	19	2.9	13 kHz
18	0.0403	1.02362	6.385	20.9428	16	2.3	17 kHz
19	0.0359	0.91186	8.051	26.40728	14	1.8	21 kHz
20	0.032	0.8128	10.15	33.292	11	1.5	27 kHz
21	0.0285	0.7239	12.8	41.984	9	1.2	33 kHz

gauge	průměr		odpor				
	palce	mm	Ω / 1000 ft.	Ω / km			
22	0.0254	0.64516	16.14	52.9392	7	0.92	42 kHz
23	0.0226	0.57404	20.36	66.7808	4.7	0.729	53 kHz
24	0.0201	0.51054	25.67	84.1976	3.5	0.577	68 kHz
25	0.0179	0.45466	32.37	106.1736	2.7	0.457	85 kHz
26	0.0159	0.40386	40.81	133.8568	2.2	0.361	107 kHz
27	0.0142	0.36068	51.47	168.8216	1.7	0.288	130 kHz
28	0.0126	0.32004	64.9	212.872	1.4	0.226	170 kHz
29	0.0113	0.28702	81.83	268.4024	1.2	0.182	210 kHz
30	0.01	0.254	103.2	338.496	0.86	0.142	270 kHz

3.2. Polovodiče

*

3.2.1. PN přechod

*

3.2.2. Tranzistor

* ***Attributy:*** *id="transistor"*

* *Přemístnit do kapitoly polovodiče*

Odkazy:

- Tranzistor[4] na české Wikipedii
- Transistors Tutorial[5] Tony van Roon
- Tranzistor a tranzistorový jev[6]
- EARLY TRANSISTOR HISTORY AT GE[7] Hugh R. Lowry
- Instruments of Amplification, Gallery 2[8] H. P. Friedrichs (AC7ZL) Homepage —
-
-
-

Tranzistor je polovodičová nelineární součástka se třemi vývody. Nejčastěji se pod pojmem tranzistor rozumí bipolární tranzistor.

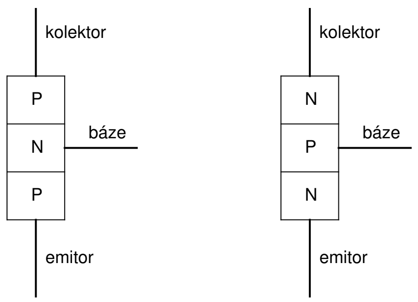
* *Bipolar Junction Transistor*

Tranzistorový jev objevili Dr. John Bardeen, Dr. Walter Brattain a Dr. William Shockley. První tranzistor zkonstruovali v prosinci 1947, v Bellových laboratořích v Murray Hill, NJ. Za objev tranzistorového jevu jim byla v roce 1956 udělena Nobelova cena za Fyziku. Objev tranzistoru způsobil převrat v aplikované elektrotechnice a vědeckotechnickou revoluci. Odstartoval miniarizaci elektronických součástek která vyvrcholila v konstrukci dnešních počítačů.

Bipolární tranzistor sestává ze dvou PN přechodů. Správné vytvoření těchto přechodů bylo klíčovým problémem v konstrukci tranzistoru. Pořadí P a N vrstev v tranzistoru umožňuje konstrukci dvou typů a to PNP a

NPN. Jednotlivé vrstvy jsou připojeny k vývodům označeným emitor (E), báze (B) a kolektor (C). Principem činnosti tranzistoru je jev, kdy proud tekoucí do báze mění "odpor" mezi emitorem a kolektorem a tím ovlivňuje velikost proudu tekoucího těmito vývody.

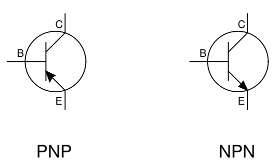
Obrázek 3-1. Bipolární tranzistor



* *320×240; EPS scale=50*

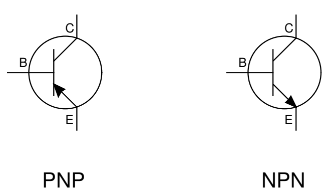
Schematická značka tranzistoru ukazuje všechny tři vývody. Emitor je znázorněn šipkou a směr šipky ukazuje směr proudu.

Obrázek 3-2. Schematická značka pro bipolární tranzistor



* *320×240; EPS scale=50*

Obrázek 3-3. Schematická značka pro bipolární tranzistor (scale="60")



3.2.2.1. Základní zapojení tranzistoru

*

Známe tři základní zapojení tranzistoru, lišící se tím, který vývod je připojen přímo ke napájecímu zdroji. A to ať již zemnícímu vodiči nebo napájecímu vodiči. Tato zapojení se nazývají

- zapojení se společným emitorem
- zapojení se společným kolekorem
- zapojení se společnou bází

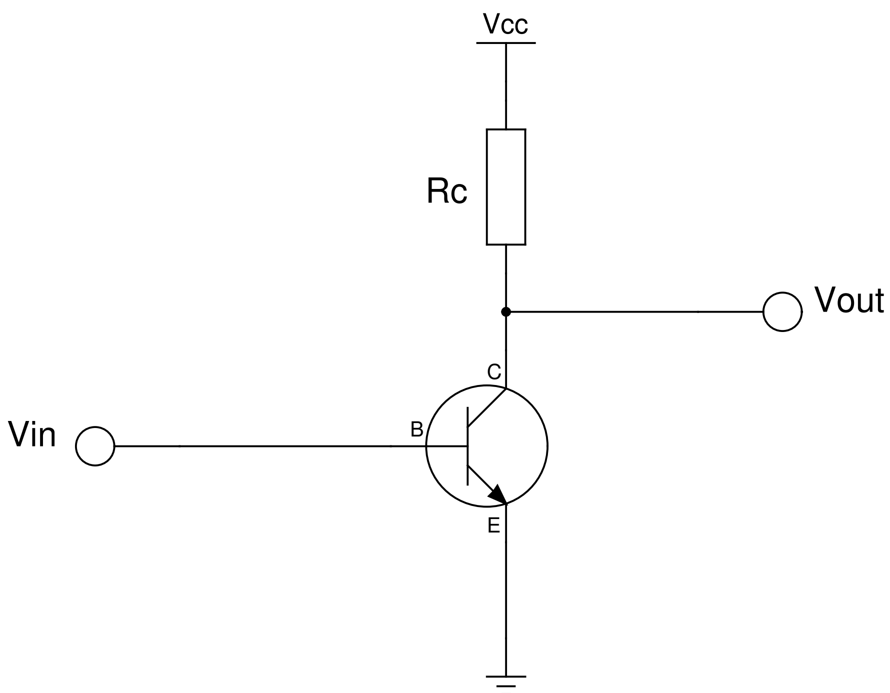
3.2.2.1.1. Zapojení se společným emitorem

*

Odkazy:

- Common emitter[9]
-

Obrázek 3-4.



* *gEDA image schematic Transistor_Common_Emitter.sch: 320×240 EPS, PNG*

3.2.2.2. Přehled známých tranzistorů

*

Tabulka 3-2.

typ	V_{CEO} [V]	I_C [mA]	P_{tot} [mW]	f_T [MHz]	
2N3904	40	200	625	100	General Purpose Transistor (NPN), complementary to 2N3906
2N3906	40	200	625	250	Small Signal transistor (PNP), komplementární k 2N3904
2N4401	40	600	625	250	Small Signal Transistor (NPN)
2N4036					
2N4037					PNP

Poznámky

1. http://www.powerstream.com/Wire_Size.htm
2. http://en.wikipedia.org/wiki/American_wire_gauge
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_wire_gauge
4. http://cs.wikipedia.org/wiki/Tranzistor
5. http://www.sentex.ca/~mec1995/tutorial/xtor/xtor.html
6. http://www.z-moravec.net/ext_el/tranz/tranz1.php
7. http://semiconductormuseum.com/Transistors/GE/OralHistories/Lowry/Lowry_Index.htm
8. http://www.hpfriedrichs.com/bks-ioa-gallery2.htm
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Common_emitter

Kapitola 4. Pasivní součástky

*

Odkazy:

- Electronic Components[1]
- Electronic component[2]
- Basic Passive Components[3]
-
-

FIXME: Pasivní součástky jsou takové, které nepotřebují napájení ke sé činnosti.

Pasivní součástky nemají zesílení ani směrovost. V analýze.

Pasivní součástky jsou například odpory, kondenzátory a cívky.

4.1. Odpor

* ***Attributy:*** *id="component.resistor"*

Odkazy:

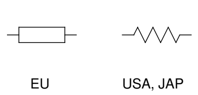
- Odpor jako veličina
- Odpor[4] a vodivost[5] na české Wikipedii
- Elektrotechnická součástka rezistor[6] na české Wikipedii
- Resistor[7] na Wikipedii
- Praktická elektronika/Lineární součástky[8]

Odpor je nejjednodušší součástka. Ná dva vývody a jeho hlavní vlastnost je odpor který klade průtoku elektrického proudu. Odpor se značí znakem R, meří v jednotkách Ohm (Ω). Nekdy se v souvislosti s vedením elektrického proudu mluví o vodivost jenž se značí G a měří v jednotkách Siemens. Odpor je v přímém vztahu s vodivostí určeném vzorcem:

odpor = 1 / G

Schématická značka je jednoduchá, na následujícímn obrázku je způsob kterým kreslí odpor v evropě a způsob který je používán v americe a japonsku.

Obrázek 4-1. Schematická značka pro resistor



4.2. Kondenzátor

* ***Attributy:*** *id="Capacitor"*

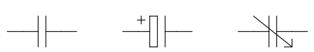
Odkazy:

- Capacitance measurement[9]

- Kapacita
- 2.1.6
- Praktická elektronika/Lineární součástky/Kondenzátor[10] na Wikiknihách
-

Kondenzátor je součástka jejíž hlavní veličinou je 2.1.6. Existuje řada konstrukcí kondenzátoru. Po kapacitě je nejdůležitější informací polarita. Běžné kondenzátory nejsou polarizovány a nezáleží na tom jaké napětí (co do polarity) na něj přivedeme. Kondenzátory s větší kapacitou bývají vyráběny jako elektrolytické, ty mají stanovenu polaritu a nesmíme na ně přivést záporné napětí. Elektrolitické kondenzátory proto mají označenu polaritu na schématu i na samotné součástce.

Obrázek 4-2. Schematická značka pro kondenzátor



4.3. Cívka

*

Odkazy:
- 2.1.7
- Inductor[11] na Wikipedii
- Ferrite bead[12] na Wikipedii
- Electronics/Inductors[13] na Wikibooks
-

4.4. Termistory a teplená čidla

*

Odkazy:
- LM35/LM45/TMP35[14] Precision Centigrade Temperature Sensor (10mv/°C, -55°C až 150°C)
- LM34/TMP34[15] (Fahrenheit output)
- LM50/TMP36[16]
- MCP9700/MCP9701[17]
-
-

4.4.1. LM35 (*Precision Centigrade Temperature Sensor*)

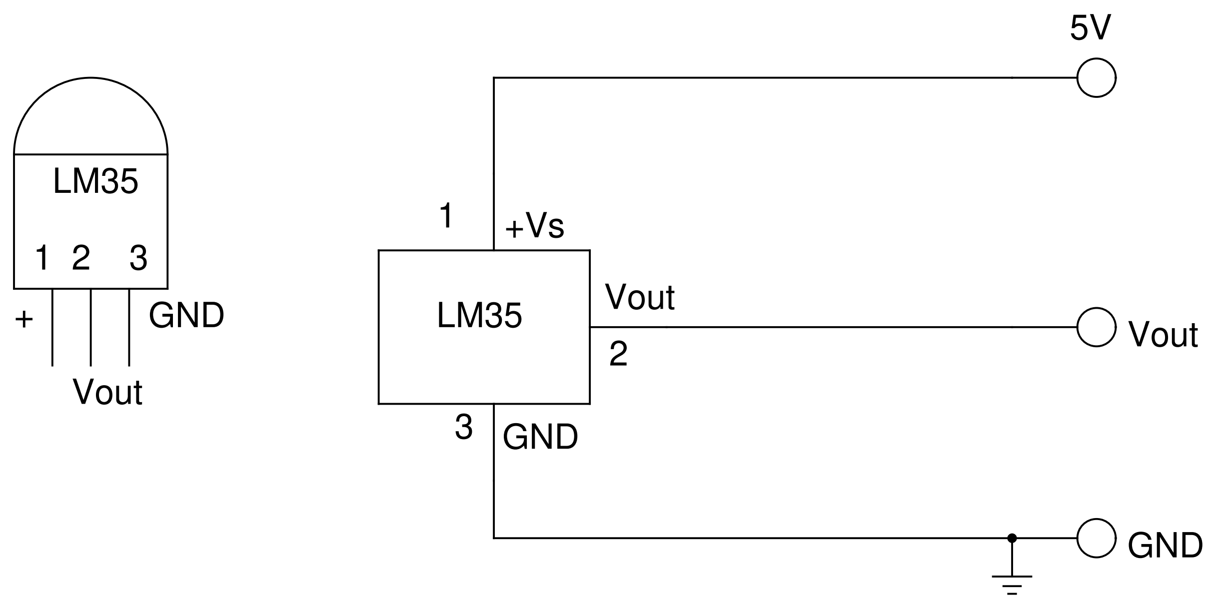
*

Odkazy:
- Teploměr k multimetru[18]
-

Zapojení s LM35 a podobnými čidly.

Čidlo teploty LM35 je obvod se třemi vývody pro měření teploty. Vyrábí jej National Semiconductor

Obrázek 4-3. Zapojení LM35



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

Poznámky

1. http://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/info/comp/comp.htm
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_component
3. http://sound.westhost.com/beginners.htm
4. http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_odpor
5. http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%A1_vodivost
6. http://cs.wikipedia.org/wiki/Rezistor
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Resistor
8. http://cs.wikibooks.org/wiki/Praktická_elektronika/Lineární_součástky#Rezistor
9. http://www.answers.com/topic/capacitance-measurement
10. http://cs.wikibooks.org/wiki/Praktická_elektronika/Lineární_součástky#Kondenz.C3.A1tor
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Inductor
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Ferrite_bead
13. http://en.wikibooks.org/wiki/Electronics/Inductors
14. http://www.national.com/mpf/LM/LM35.html#Overview
15.
16.
17.
18. http://pokusy.chytrak.cz/schemata/LM35.htm

Kapitola 5. Mechanické součástky

*

5.1. Tiltswitch

*

Odkazy:
- Build your own tilt switch[1] na Instructables
-

Poznámky

1. http://www.instructables.com/id/Build-your-own-tilt-switch/

Kapitola 6. Zvláštní a neobvyklé součástky

6.1. Parametron

Odkazy:

- Historical Computers in Japan[1]
- The first computers: history and architectures[2] strana 429

Parametron byl vynalezen Dr. Eiichi Goto v roce 1954. Byl levný a spolehlivý a na jeho základě vyvinula laboratoř profesora Hidetosi Takahasi počítač PC-1 (Parametron Computer 1).

Tabulka 6-1. PC-1

zahájení prací	září 1957
dokončen	březen 1958
demontován	květen 1964
počet parametronů	4200
paměť	magnetická jádra, 512 slov
čas sčítání/odčítání	0.4 ms
čas násobení	2.6ms (short), 4.4ms (long)
čas dělení	16.1ms (short/long)
frekvence hodin	10kHz
vstup	fotoelektrická čtečka papírové pásky
výstup	Tele-typewriter

Citace

This was a new logic element invented by Goto Eiichi in 1954. At the time, Goto was a graduate student in the laboratory of Takahasi Hidetosi at the Departement of Physics, the University of Tokyo. The parametron was a logic circuit element which utilized the parameter excitation phenomenon. When the L or C in LC resonance circuit is varied by a frequency almost twice the resonance frequency f using parameter excitation. Goto noticed that this oscillation had two phases, 0 or π, and that binary numbers could be represented by that phase. He adopted "parametron" as the name of this new logic element for electronic computers, and made his first research report in July 1954 before the Electronic Computer Research Group of the Institute of Telecomunications Engineers. An electronic computer called the PC-1 was prototyped using parametrons in the Takahasi's laboratory.

* *Parametron*[3]*, Historical Computers in Japan, Early Computers.*

Goto invented a quantum flux parametron (QFP), an ultra high speed logical element, based on the Josephson junction phenomena in the cryogenic state. He promoted this research as a leader of JST's Goto Quantum Magneto-Flux Logic Project.

Poznámky

1. http://www.ipsj.or.jp/katsudou/museum/computer/0080_e.html
2. http://books.google.com/books?id=nDWPW9uwZPAC
3. http://museum.ipsj.or.jp/en/computer/dawn/0007.html

II. Integrované obvody

Odkazy:

- Wikipedia$_{EN}$: Integrated circuit[55]
-

Integrovaný obvod, čip, mikročip, monolitický integrovaný obvod, jsou názvy pro konstrukční jednotky v jednom „malém“ pouzdru. Konstrukí jednotky obsahující více aktivních a pasivních prvků. První itegrované obvody obsahovaly doslova jen několik tranzostorů na jedné křemíkové destičce, zapjených do nějakého obvodu. Dnešní integrované obvody mohou obsahovat takových tranzistorů stovky milionů.

* *Ověřit dnešní počty tranzistorů v CPU a RAM!*

Odkazy:

- Kniha Designing Analog Chips[56] by by Hans Camenzind
- The VCO Chip Cookbook[57] by Thomas Henry
-
-

Nedlouho po objevu tranzistoru začal výzkum polovodičových materiálů vedený záměrem efektivně vyrábět tranzistor. Ale tady se vývoj nezastavil. Pokus umístnint několik tranzistorů na stejný kousek křemíku vedl k objevu/konstrukci integrovaného obvodu.

Počátky integrovaných obvodu jsou datovány do roku 1949, kdy německý inženýr Werner Jacobi (Siemens AG) podal žádost o patent[58] na polovodičový integrovaný zesilující obvod obsahující pět tranzistrů na společném substrátu zapojených jako dvoustupňový zesilovač. Jako typické komerční užití Jacobi popisuje naslouchadlo pro nedoslýchavé. Není známo žádné komerční užití Jacobiho patentu.

Předchůdci skutečných integrovaných obvodů byly obvody složené z několika miniaturních samostatných součástek na malé keramické destičce. Tato myšlenka vedla k programu Mikromodulů. Ale než se stačily mikromoduly vážněji prosadit, došlo k průlomu a konstrukci skutečného integrovaného obvodu na jednom kousku polovodiče.

Firma IBM používala SLT[59] obvody v konstrukcích počítačů System/360.

* *Ověřit a doplnit odkaz na SLC moduly od IBM použité v konstrukcích jejich počítačů. Tyto obvody, nazývané Solid Logic Technology"[60] byly zavedeny do výroby v roce 1964.*

1. Značení integrovaných obvodů

*

V označení/názvech integrovaných obvodů je jistý řád. Skládá se z označení výrobce následované kódem vlastního obvodu. Protože názvy nejsou určovány žádnou centrální autoritou, vyvinul se systém značení obvodů tak jak se vivinul. Pro usnadnění v orientaci uvádím následující tabulku prefixů výrobců.

Tabulka 7.

Prefix	Výrobce
AD	Analog Devices
Am	Advanced Micro Devices
Bx	Sony
CA	RCA (nyní Harris)
CD	RCA (nyní Harris)
Cx	Sony

Prefix	Výrobce
DM	National Semiconductor
F	Fairchild (nyní National Semiconductor)
FSS	Ferranti
HA	Harris
HA	Hitachi
HD	Hitachi
HG	Hitachi
HI	Harris
IR	Sharp
KA	Samsung
LF	National Semiconductor
LM	National Semiconductor
LT	Linear Technology
M	Mitsubishi
MB	Fujitsu
MC	Motorola
MH	Tesla
MM	Motorola
NE	Signetics
PM	Precision Monolithics
SN	Texas Instruments
T	Toshiba
TL	Texas Instruments
TMS	Texas Instruments
XR	Exar
μA	FSC
μPB	NEC

* *Tabulka je převzata z The Forrest Mims engineer's notebook*[61] *doplněnách podle mých znalostí.*

Tak jak šla doba, a někteří výrobci byly pohlceni jinými, zachovávali noví majitelé stejné označení integrovaného obvodu.

Poznámky

55. http://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_circuit
56. http://www.designinganalogchips.com/
57. http://matrixsynth.blogspot.com/2007/06/vco-chip-cookbook.html
58. http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=DE&NR=833366C&KC=C&FT=D&date=19520630
59. http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV3081.html
60. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_Solid_Logic_Technology
61. http://books.google.cz/books?id=a_B4dCFFL2oC

Kapitola 7. Stabilizátory napětí a proudu

IO pro napájecí zdroje

K dispozici je velká řada integrovaných obvodů.

Součásky k prozkoumání

- Linear technology LT3085 — Low drop, 500mA, napětí nastavitelné jedním odporem

7.1. LM317

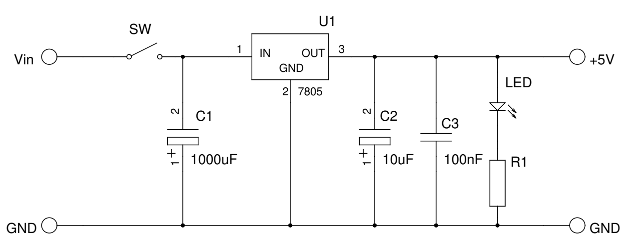
Odkazy:

- LM317T Variable Voltage Regulator[1]
- Using The LM317T To Regulate Voltage[2]
- LM317 Small Power Supply[3]

7.2. LM7805

Odkazy:

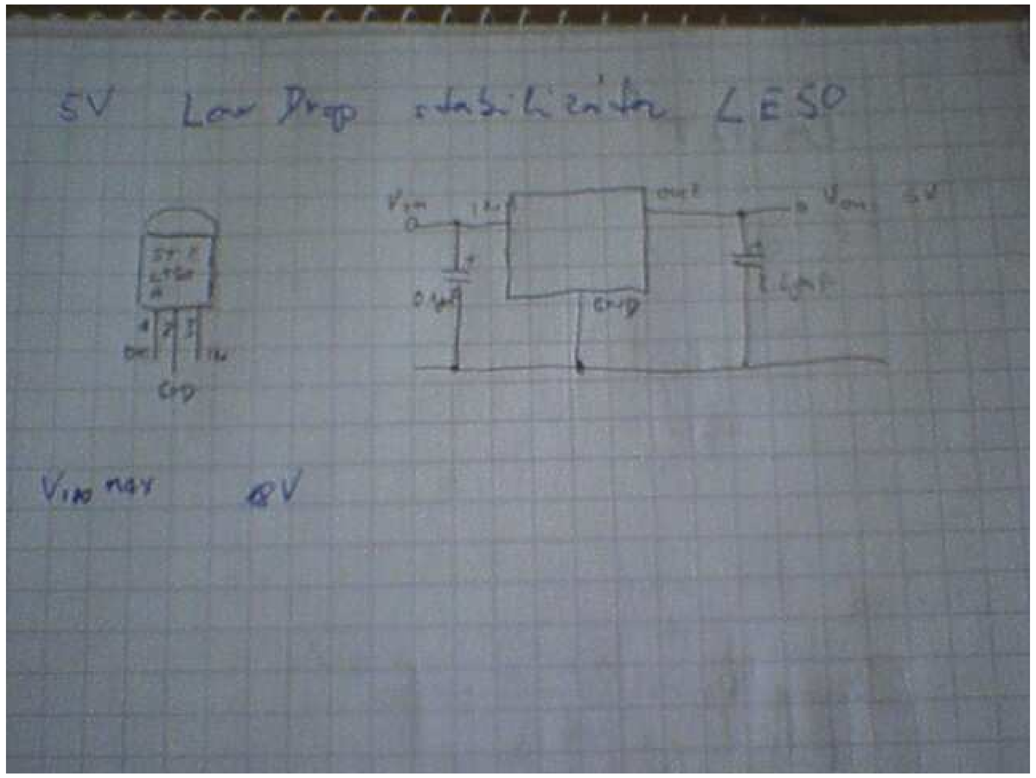
Obrázek 7-1. Zapojení obvodu LM7805



7.3. LE50A

Odkazy:

Obrázek 7-2. LE50 v pouzdře TO82 a zapojení



7.4. LT3802

*

Odkazy:

- LT3082 - 200mA Single Resistor Low Dropout Linear Regulator[4]
-

Poznámky

1. http://ourworld.compuserve.com/homepages/Bill_Bowden/page12.htm
2. http://www.reuk.co.uk/Using-The-LM317T-To-Regulate-Voltage.htm
3. http://www.instructables.com/id/LM317-Small-Power-Supply/
4. http://www.linear.com/product/LT3082

Kapitola 8. Konvertory napětí

Obvody pro změnu velikosti napětí.

Další, zatím nepopsané, obvody:

- intersil ICL7660, 7660Y, 7660S — invertor napětí
- ICL7662 — invertor napětí
- KA34063A SMPSC
- LT1303 — StepUp min cca 1.8V in. Výstupní napětí se řídí napětovým děličem. [cena v TME 169Kč bez DPH
- LT1303-5 — variante LT1303 se zabudovaným napětovým děličem s nastavením na 5V.
-

8.1. Konvertory z nižšího na vyšší napětí (step-up)

Zvyšovače napětí typu Boost converter:

- Boost converter[1] na Wikipedii
- DC-DC converter to step up input voltage[2]
- A simple step-up converter[3]
- Convert IC with Integrated Schottky Diode Elektor Electronics rok 2005, číslo 7-8, strana 56. Popisovaný obvod je LT3464
- Run an uC from an AA-battery[4] — článek popisující generátor napětí z jedné AA baterie, jako MCU je použit ATtiny13
- DC-DC Converter Basics[5]
- Arduino based Switchmode Voltage Regulator[6]
- Boost Switching Converter Design Equations[7]
- AVR forum - DC-DC booster and ATtiny internal ADC voltage reference[8]
-
-

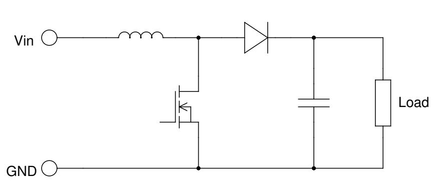
Součástky / IO:

- LT1300 - Micropower High Efficiency 3.3/5V Step-Up DC/DC onverter[9]
- LT1615-1 - Micropower Step-Up DC/DC Converters in ThinSOT[10]

Konstrukce:

- Minty Boost, How to: How to[11]
-

Obrázek 8-1. Boost konvertor



8.1.1. MAXIM MAX756, MAX757

Odkazy:
- MAX756, MAX757 3.3V/5V/Adjustable-Output, Step-Up DC-DC Converters [12]
-

3.3V/5V/Adjustable-Output, Step-Up DC-DC Converters

For New Designs, We Recommend Improved Performance Devices, MAX1674/MAX1675/MAX1676

8.1.2. MAXIM MAX1674, MAX1675, MAX1676

Odkazy:
- MAX1674, MAX1675, MAX1676 High-Efficiency, Low-Supply-Current, Compact, Step-Up DC-DC Converters[13]
-
-

High-Efficiency, Low-Supply-Current, Compact, Step-Up DC-DC Converters

Compact, Low-Cost, Low-Noise Design: Inductor Damping Switch Eliminates Ringing, Improves EMI

8.1.3. LM2621 - Low Input Voltage, Step-Up DC-DC (National Semiconducter)

Odkazy:
- LM2621 - Low Input Voltage, Step-Up DC-DC[14]
-

Vlastnosti:
- Small Mini-SO8 Package (Half the Footprint of Standard 8-Pin SO Package)
- 1.09 mm Package Height
- Up to 2 MHz Switching Frequency
- 1.2V to 14V Input Voltage
- 1.24V - 14V Adjustable Output Voltage
- Up to 1A Load Current
- 0.17Ω Internal MOSFET
- Up to 90% Regulator Efficiency
- 80textmuA Typical Operating Current
- <2.5textmuA Guaranteed Supply Current In Shutdown

8.2. Konvertory z vyššího napětí na nižší (step-down)

Odkazy:
- Low-cost Step-down Converter with Wide Input Voltage Range[15] — Elektor Electronics rok 2005, číslo 7-8, strana 103
- 1958: Invention of the Integrated Circuit[16]
- The first monolithic integrated circuits[17]

- LT1074[18]
-

8.3. Konvertory napětí Step-Up / Step-Down

Odkazy:

- DC/DC měniče s MC34063[19]
-
-
-

Zapojení a integrované obvody které mohu konvertovat napětí jak směrem dolů, tak směrem nahoru.

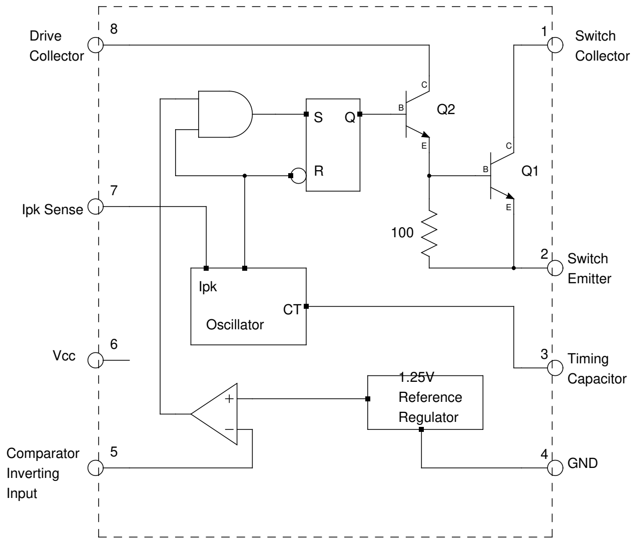
Obvod který doporučuje Dave L. Jones: MC34063. Vyrábí nejen Motorola ale další výrobci. Vyhneme se tím závislosti pouze na jednom dodavateli. Další výhodou pro takové to domácí kutění je dostupnost obvodu v pouzdru DIL-8.

Další obvody typu 34063:

- MIK34063A
- PJ34063 — GM měl vadnou sérii viz Pozor na radice DC-DC menicu 34063 z GM[20] [2006-03-10]
- IT34063
- MC33063
-

Obovod je v pouzdře s osmi vývody a jeho vnitřní zapojení je na následujícím obrázku.

Obrázek 8-2. Vnitřní zapojení obvodu MC34603



Zapojení obvodu se může jevit náročnější než zapojení jiných obvodů. Ale pokud projdeme počlivě jednotlivé výpočty, dosáhneme kýženého cíle.

Vlastnosti obvodu:

- Pracovní vstupní napětí od 3.0V do 40V.
- Maximální spínaný proud 1.5A.
- Kmitočet 100kHz

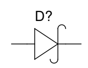
-
-
-

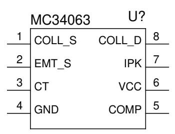
Zapojení Step-Up

Návrh STEP-UP konvertoru s Davem Jonesem na YouTube[21].

V_{IN} = 5V +/- 10%
V_{OUT} = 15V 100mA (100mV Riplle)

Obrázek 8-3. Vnitřní zapojení obvodu MC34603





8.4. Sběr energie (*Energy Harvesting*)

Odkazy:

- LTC3588[22]
- LTC3109[23]
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter
2. http://www.rowan.sensation.net.au/electronics/stepup.html
3. http://www.xs4all.nl/~odu/dcdc.html
4. http://spritesmods.com/?art=ucboost&page=1
5. http://www.powerdesignersusa.com/InfoWeb/design_center/articles/DC-DC/converter.shtm
6. http://www.powerdesignersusa.com/InfoWeb/design_center/articles/DC-DC/converter.shtm
7. http://www.daycounter.com/LabBook/BoostConverter/Boost-Converter-Equations.phtml
8. http://www.avrfreaks.net/index.php?name=PNphpBB2&file=printview&t=60473&start=0
9. http://www.linear.com/pc/productDetail.jsp?navId=H0,C1,C1003,C1042,C1035,P1449
10. http://www.linear.com/pc/productDetail.jsp?navId=H0,C1,C1003,C1042,P1775
11. http://www.ladyada.net/make/mintyboost/process.html
12. http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/1167/t/do
13. http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/1878/t/al

14. http://www.national.com/pf/LM/LM2621.html

15.

16. http://www.pbs.org/transistor/background1/events/icinv.html

17. http://homepages.nildram.co.uk/~wylie/ICs/monolith.htm

18.

19. http://amarokcz.wz.cz/MC34063.htm

20. http://list.hw.cz/pipermail/hw-list/2006-March/269035.html

21. http://www.youtube.com/watch?v=qGp82xhybs4

22.

23.

Kapitola 9. Operační zesilovače

*

Odkazy:

- Operační zesilovač[1]
- Zapojení s operačním zesilovačem[2]
- Operational amplifier[3] na Wikipediigsch
-
-
-
-

Odkazy:

- 1458[4]
-

Poznámky

1. http://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_zesilova%C4%8D
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Zapojen%C3%AD_s_opera%C4%8Dn%C3%ADm_zesilova%C4%8Dem
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Operational_Amplifier
4.

Kapitola 10. Zvláštní obvody

Ostatní obvody:

- TDA0161 — Proximity Detector
-

Odkazy:

- METAL PROXIMITY DETECTOR[1] s TDA0161
-

10.1. Funkční generátory

*

Odkazy:

- High Frequency Function Generator with the Maxim MAX038[2]
-

Existuje několik specializovaných obvodů, které plní funkce generátorů.

Obvody:

- Maxim MAX038[3] — High-Frequency Waveform Generator, již se nevyrábí
- ICL8038[4] [$23.90]
- XR2206[5] — Monolitic Function Generator [2011-03-28, 65.58Kč, Farnel]
- XR2209[6] — Voltage-Controlled Oscillator [2011-03-28, 35.50Kč, Farnel]
- AD537[7]
- NTE864[8] Integrated Circuit Precision Waveform Generator. Low Frequency Drift with Temperature: 250ppm/C. Low Distortion: 1%. Wide Frequency Range: 0.001Hz to 300kHz. Variable duty Cycle 2% to 98%. High Level Outputs: TTL to 28V.
- AD9833[9] — programable Waveform Generator (build with an DDS) from 0 to 12.5 MHz [2011-03-28, 252.39Kč, Farnel]
- AD9834[10]
- AD9835[11]
- AD9854[12]
- 8038PCD[13]
- XR8038[14]
- AD821[15]
-
-

Stavebnice a konstrukce:

- Funkční generátor s XR2206[16]
- Bauplan Schaltplan XR2206 Funktionsgenerator[17]
- Triangle and Squarewave Generator[18] z 1458
- Analog Waveform Generator Module for the HB Bench[19]
- Simple Function generator with LM566[20] www.elecfree.com
- Function Generator using LF351[21]
-
-
-
-

* *AD9851*
* *Obvod ICL8038 lze asi za $5 koupit v iStore[22].*

10.2. NE555, NE556

Odkazy:

- Wikipedia: 555 timer IC[23]
- Kniho Designing Analog Chips[24] od Hanse Camenzinda, dizajnéra NE555
- 555 Contest[25] „You've got 8 pins. . . and one shot."
- learn about the 555[26] na Instructables. Mimo jiné jsou zde i často opakované chyby v zapojení.
- Obvod NE555[27] podrobný rozbor zapojení v četně odvození rovnic

Nezpracované odkazy:

- AF variable frequency generator with a 555[28]
- 555 Timer Tutorial[29]
- THE 555 TIMER[30]
- Wikibooks: Praktická elektronika/Generátory/555[31]
- A Stylophone[32] — jednoduchý hudební nástroj s NE555 a LM386
- Know Your IC: 555 Timers[33]
- The 555 Precision Timer IC[34]
-

Zajímavé konstrukce z 555 Contest[35]:

- 555 Adding Machine[36] — klasická stará mechanická sčítací kalkulačka realizovaná elektronicky s obvody 555
- A DIY Square Wave Signal Generator with Pulse Width Modulation[37]
- PWM Generators[38]
- 555 Function Generator[39]
- Pre-Lab Exercise 6[40]
- 555 Oscillator[41]
- 555 Timer Voltage-Controlled Oscillator[42]
- DC Voltage Polarity Inverter[43]
-

Integrovaný ovod, časovač 555, byl navržen Hansem Camenzindem v roce 1970 a na trh uveden v roce 1971 firmou Signetics (později koupenou Philipsem). Jedná se o jednoduchý a velmi univerzální integrovaný obvod.

Původní označení bylo SE555 pro obvod v kovovém kulatém pouzdru a NE555 v plastickém DIP pouzdru. Popis byl "The IC Time Machine".

Obvod NE556 je intergrovaný obvod obsahující dva časovače 555 v jednom pouzdru.

Obvod NE558 v 16-ti vývodovém DIP pouzdře obsahuje 4 mírně modifikované časovače 555.

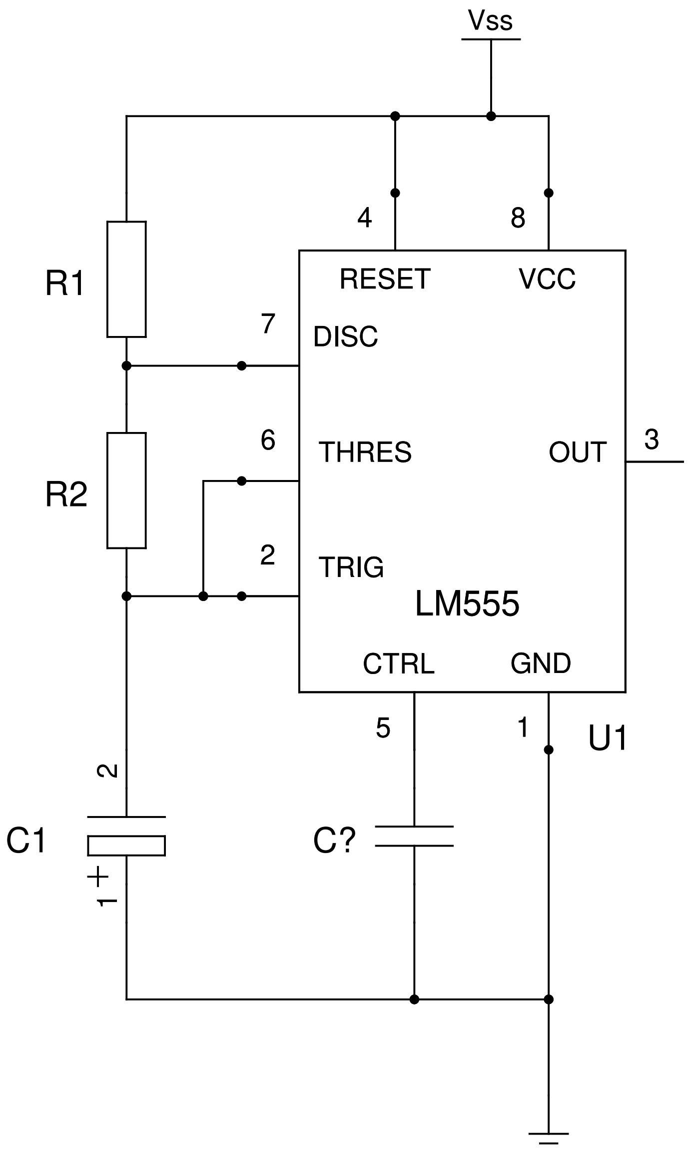
Na trhu jsou také implementace časovače s velmi nízkou spotřebou, vyrobené technologií CMOS. (7555, TLC555).

* *Schematický obrázek vnitřního zapojení.*
* *Detailní obrázek vnitřního zapojení.*
* *Základní zapojení astabilního klopného obvodu.*

Kmitočet (f) a perioda (T) kmitů je určena vzorci:

T = 0.7 * (R1 + 2*R2) * C1
f = 1.4 / [(R1 + 2*R2) * C1]

Obrázek 10-1. Astabilní klopný obvod s NE555



* *Základní zapojení monstabilní klopný obvod*

10.3. Rádiové přijímače či jejich části

*

Odkazy:

-
-

Jiné obvody k prozkoumání:

- Z416E

- MC2833 FM Transmitter
- BA14014 FM Stereo Transmitter
- MC3362P FM Receiver
- LM372
-

10.3.1. ZN414 one chip AM radio

* ***Attributy:*** *id="ZN414"*

Odkazy:

- ZN414[44] na Wikipedii
- MK484[45] na Wikipedii
- ZN414 Portable Receiver[46] Andy Collinson
- MK484 MW Receiver[47]
- MK484 Radio with Loudspeaker[48] Chad Castagana
- A simple MK 484 IC tuned rf (trf) radio[49]
- ZN414 AM Receiver IC[50]
- Přijímač sv, dv[51]
-

Podobné či ekvivalentní čipy:

- MK484
- ZN484
- TA7642
- ZN414Z
- YS414
-
-
-

* *Zjistit jestli se dá sehnat a zkusit jednoduchou konstrukci. Farnell nemá tento obvod v nabídce! Vyskytuje se na Ebay za cca £5.0.*

* *ZN414 je nahrazen novějším kompatibilním obvodem MK484. Farnell tento obvod nemá v nabídce!*

Další náhrada je TA7642.

10.3.2. NE602N, NE612AN (SA602AN, SA612AN)

Odkazy:

- AM přijímač s NE612[52]
-
-
-

SA612AN (NE612N) — Double-balanced mixer and oscillator

SA612AD Integrovaný obvod VHF Mix/Osc Bandwith 500MHz SO8, [85Kč TME]

10.4. Spínací tranzistorová pole

*

Jiné obvody k prozkoumání:

- ULN2803A — aktivní výstup 0V
-
-
-

10.4.1. ULN2803

*

Obvody ULN280x obsahují 8 darlingtonových párů. Tyto obvody jsou určeny ke spínání větších proudů a napětí než zvládnou běžné digitální obvody či mikrořadiče.

* *Looks fine, most use a ULN2803 to do the same thing as it has the diode clamps and higher gain than the 2N2222A plus a nice simple DIP package.*

Tabulka 10-1.

ULN2801A	PMOS-CMOS	
ULN2802A	14-15V PMOS	
ULN2803AP/AFW	TTL, 5V CMOS	
ULN2804AP/AFW	6~15V PMOS, CMOS	
ULN2805	TTL	

Odkazy:

- Výstupní proud 500mA
- Maximální spínané napětí 50V
- Power Dissipation 1.47W
-

10.5. Řízení motorů

*

Čipy:

- SN754410[53] H-bridge
- L293D[54] — Standard Quadruple Half-H Driver
- L298[55] DUAL FULL-BRIDGE DRIVER, celkový proud 4A
- UDN2547B[56] 600mA
-
-

10.5.1. Řízení krokových motorů

*

Odkazy:

- Alegro A3967[57] Microstepping Driver with Translator. Osazená deska je v nabídce Sparkfun jako ROB-10267[58] za $14.95
- UDx2916 Dual Full-Bridge PWM Motor Driver[59]
- LMD18245[60] 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver
-

10.6. TAA661 (MAA661)

*

Odkazy:

- MAA661[61]
-
- Přijímač FM s MAA661[62]
-

Mezifrekvenční zesilovač. Obvod sestává z několika bloků: vf zesliovače, koincidenčního detektoru, nf zesilovače.

10.7. LM3909

*

Odkazy:

- LED Counter[63] na Instructables
- LM3909[64]
-
-

Univerzální integrovaný obvod pro blikače.

Poznámky

1. http://letsmakerobots.com/node/24057
2. http://pcbheaven.com/projectpages/High_Frequency_Function_Generator/?p=0&topic=worklog
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.

13.
14.
15.
16. http://pandatron.cz/?1247&funkcni_generator_s_xr2206
17. http://www.loetstelle.net/projekte/xr2206/xr2206.php
18. http://www.eleccircuit.com/triangle-and-squarewave-generator/
19. http://www.ac0c.com/main/page_antennas__homebrew_xr2206_sig_gen.html
20. http://www.wiparat.com/simple-function-generator-with-lm566/
21. http://www.wiparat.com/function-generator-using-lf351/
22. http://iteadstudio.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=41_48&products_id=193
23. http://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC
24. http://www.designinganalogchips.com/
25. http://www.555contest.com/
26. http://www.instructables.com/id/learn-about-the-555/
27. http://alzat.szm.sk/Oscilat/generato/ako/ne555.htm
28. http://users.belgacom.net/hamradio/schemas/555osc1.gif
29. http://www.matni.com/Arabic/Elec-Info/NE555%20DETAILS/555.html
30. http://www.ee.nmt.edu/~thomas/ee322_s07/labs/555_timer.html
31. http://cs.wikibooks.org/wiki/Praktick%C3%A1_elektronika/Gener%C3%A1tory/555
32. http://www.instructables.com/id/A-Stylophone/
33. http://www.instructables.com/id/Know-Your-IC-555-Timers/
34. http://tronixstuff.posterous.com/the-555-precision-timer-ic
35. http://www.555contest.com/
36. http://www.vk2zay.net/article/258
37. http://www.rmcybernetics.com/projects/DIY_Devices/homemade_signal_generator2.htm
38. http://www.m.case.btinternet.co.uk/html/pwm_generators.html
39. http://forum.allaboutcircuits.com/showthread.php?t=12405
40. http://www.ee.nmt.edu/~tubesing/ee101/labs/6lab/6lab.html
41. http://www.electronics-tutorials.ws/waveforms/555_oscillator.html
42. http://www.ecelab.com/circuit-vco-555.htm
43. http://www.ecelab.com/circuit-polarity-inv.htm
44. http://en.wikipedia.org/wiki/ZN414
45. http://en.wikipedia.org/wiki/MK484
46. http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/rf/ZN414.htm
47. http://www.vk2zay.net/article/116
48. http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/rf/chad484.htm
49. http://bellsouthpwp2.net/w/u/wuggy/mk484.htm

50. http://cool386.tripod.com/zn414/zn414.html
51. http://www.pigibastleni.jex.cz/menu/schemata/prijimace/prijimac-sv-dv
52. http://pandatron.cz/?614^am_prijimac_s_ne612
53. http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/sn754410.html
54.
55. http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/1773.pdf
56.
57. http://www.allegromicro.com/en/Products/Part_Numbers/3967/
58. http://www.sparkfun.com/products/10267
59. http://www.allegromicro.com/en/Products/Part_Numbers/2916/index.asp
60. http://www.national.com/mpf/LM/LMD18245.html
61. http://www.edunet.souepl.cz/~weisz/dilna/en_kat/maa661.php
62. http://www.jerrycb.wz.cz/schemata/prij04.htm
63. http://www.instructables.com/id/LED-Counter
64. http://pandatron.cz/?207&lm3909_-_1.dil

Kapitola 11. Zesilovače

Odkazy:

-

Čipy k prozkoumání:

-
- TDA7268 (?stereo, DIP16
-
-

11.1. LM386 (*Low Voltage Audio Power Amplifier*)

*

Odkazy:

- National Semiconductor LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier[1]
- NF zesilovač LM386[2]
- NF zesilovač s LM386 s NÍZKÝM ŠUMEM[3]
- LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier[4]
- Small audio amplifiers[5]
-
-
-
- Zesilovač s LM386- 1Wattový monozesilovač[6]
- How to get 74dB by LM386[7]
- 74 dB na LM386[8]

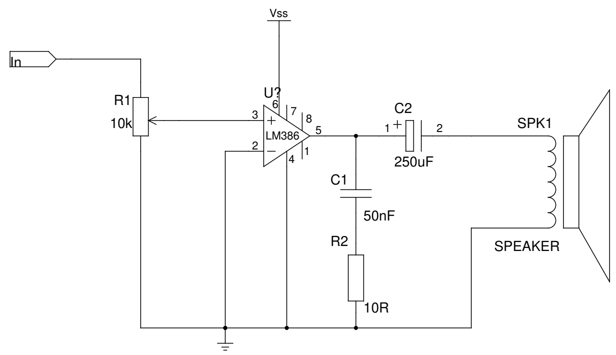
Konstrukce s LM386:

- Zesilovač s LM386[9] [2008-10-09] OK1KVK / OL7C
-
-

Obrázek 11-1. Zapojení vývodů pouzdra LM386

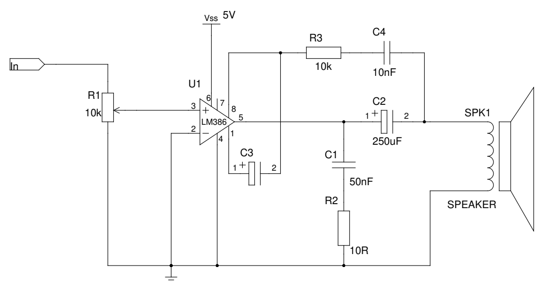
```
         +-----+  +-----+
         |     +--+     |
  GAIN --| 1          8 |-- GAIN
         |              |
-INPUT --| 2          7 |-- BAYPASS
         |              |
+INPUT --| 3          6 |-- Vs
         |              |
   GND --| 4          5 |-- Vout
         |              |
         +--------------+
```

Obrázek 11-2. Zapojení zesilovače s LM386



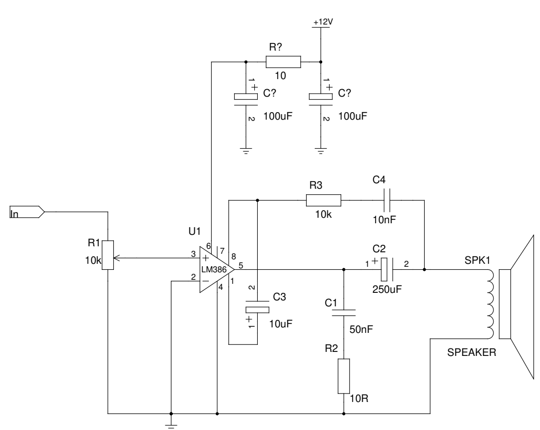
Mezy vývody 1 a 8 se zapojují součástky určující zisk. Bez zapojení jakýchkoliv součástek je zisk 20. Pokud mezi vývody zapojíme elektrolytický kondenzátor o kapacitě 10μF, bude zisk 200. Pokud sériově s tímto kondenzátorem zapojíme rezistor o odporu 1.2kΩ, bude zisk 50.

Obrázek 11-3. Zapojení zesilovače s LM386 s nízkým šumem



* *GEDA, Width*Height: 800x600.*

Obrázek 11-4. Zapojení zesilovače s LM386



* *GEDA, Width*Height: 800x600.*

11.2. TDA2822

*

Odkazy:

- TDA2822M - Simple low power stereo amplifier[10]
- More TDA2822 Amplifier Developments[11]
- KA2209 / TDA2822M[12] Mini Stereo Amplifier
-

Poznámky

1. http://www.national.com/mpf/LM/LM386.html
2. http://www.8bitu.cz/clanek/nf-zesilovac-lm386/
3. http://www.radio.qrp.cz/2/clanky/lm386.htm
4. http://www.electronicecircuits.com/electronic-circuits/lm386-low-voltage-audio-power-amplifier/
5. http://ludens.cl/Electron/audioamps/AudioAmps.html
6. http://www.volta.estranky.cz/clanky/houkacky_-sireny/zesilovac_slm_386
7. http://www.intio.or.jp/jf10zl/LM386.htm
8. http://ok1ike.c-a-v.com/soubory/74_lm386.htm
9. http://www.ok1kvk.cz/web/index.php/technika-a-bastelni/41-bastleni/405-zesilova-s-lm386
10. http://www.electro-dan.co.uk/electronics/TDA2822.html
11. http://www.electro-dan.co.uk/electronics/more_tda2822.html
12. http://yeungmea.com/KA2209.htm

III. Číslicová technika

Odkazy:

- Smithsonian The Chip Collection[169]
- IEEE STANDARD SYMBOLS[170] — pdf dokument
-
-

Odkazy:

- Základy číslicové techniky[171]
-
-
-
-
-

Normy pro kreslení:

Odkazy:

- MIL-STD-806 [1950]
- ANSI/IEEE Std 91-1984
- ANSI/IEEE Std 91a-1991
- IEC 60617-12
- EN 60617-12:1999 (Evropská norma)
- BS EN 60617-12:1999 (Britská norma)

Číslicová technika je obor elektroniky, který se zabývá zpracováním nespojitých signálů jenž nabývají dvou úrovní, nazývaných logické úrovně. Její základy můžeme najít v réleové technice, kde elektromagnetická relé byla užita jako základní kompenenty jednoduchých logických (digitálních) obvodů. Nejvetší nasazení číslicové techniky přichází s nástupem číslicových počítačů a trvá dodnes.

V této části se zabývám číslicovou technikou od základů. Tedy je zde nějaká matematika, popisy základních hradel a také mě známé konstrukce hradel.

* *TODO: vyhledat historii číslicové techniky!*

* *http://www.electronicsresourceonline.com/digital-electronics/ The inception of digital electronics started with the electronic circuit or gate which was invented in 1835 by Joseph Henry.*

Poznámky

169. http://smithsonianchips.si.edu/

170. www.ddpp.com/DDPP3_pdf/IEEEsyms.pdf

171. http://telefon.unas.cz/e/

Kapitola 12. Hradla

Základní stavební kameny digitálních obvodů

*

12.1. Přehled typů hradel

*

Odkazy:

- Logic gate[1] na Wikipedii

We have a couple basic gates which can be used to build any component.

* *Zde ukážu základní hradla a jejich funkci.*

12.1.1. Zesilovač, hradlo YES, Buffer

* ***Attributy:*** *id="gate.yes"*

Odkazy:

- 16.3.1

Tento obvod se někdy ani za hradlo nepovažuje. Hodnota kterou dává na výstupu je stejná jako ta na vstupu. Někdy se mu říká buffer, nebo zesilovač. Hlavní použití je jako výstupní člen, kdy výstupní obvody hradla mohou pracovat s větším (jiným) napětím než vstupní obvod a také mohou dodávt větší proud.

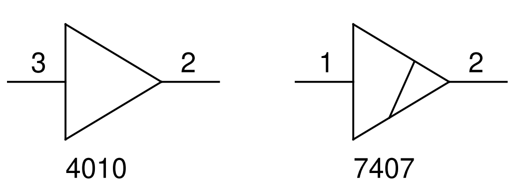
Tento logický člen má jen jeden vstup a jeden výstup. Funkce je dána tabulkou.

Tabulka 12-1. Funkční tabulka hradla YES

A	Y
0	0
1	1

Praktické použití je jako zesilovač, oddělovač, převodník napěťových úrovní.

Obrázek 12-1. Americký symbol pro hradlo YES



* *gEDA image: size 320*240 PNG, EPS.*

12.1.2. Invertor, hradlo NOT

* ***Attributy:*** *id="gate.not"*

Odkazy:

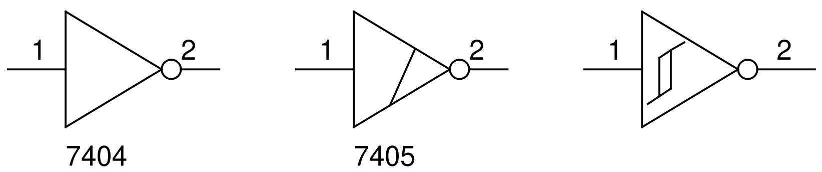
- 16.3.2

Tento logický člen má jen jeden vstup a jeden výstup. Funkce je dána tabulkou.

Tabulka 12-2. Funkční tabulka invertoru

A	Y
0	1
1	0

Obrázek 12-2. Americký symbol pro invertor NOT



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

12.1.3. Hradlo AND

* ***Attributy:*** *id="gate.and"*

Odkazy:

- 16.3.3

Rovnice 12-1. Rovnice

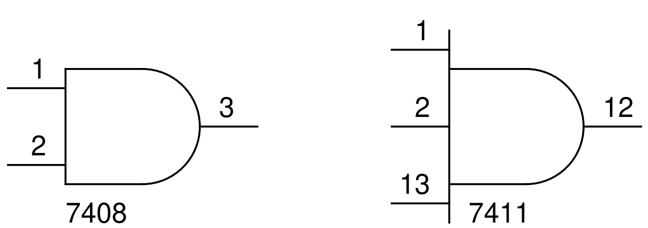
$Y = A\&B$

Tabulka 12-3. Funkční tabulka AND

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Schematické značky hradla AND

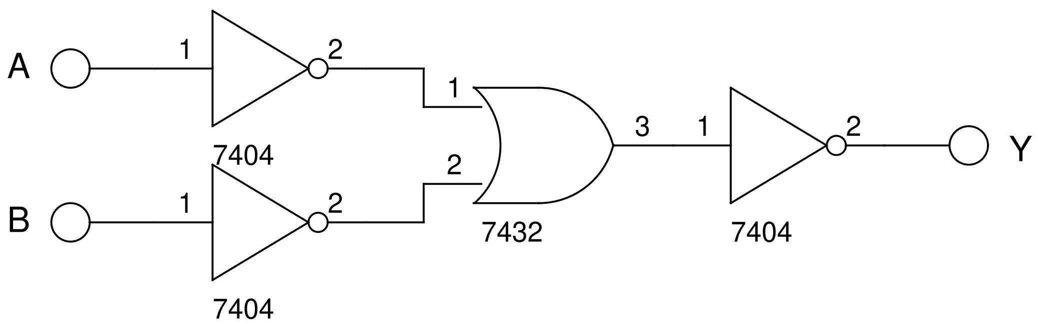
Obrázek 12-3. Americký symbol pro dvou a třívstupové hradlo AND



* *Image size 320*240 PNG, EPS.*

Ekvivalentní schéma hradla AND.

Obrázek 12-4. Náhrada AND



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

12.1.4. Hradlo OR

* ***Attributy:*** *id="gate.or"*

Odkazy:

- 16.3.5

Rovnice 12-2. Rovnice

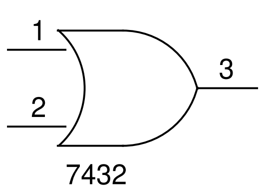
$Y = A|B$

Tabulka 12-4. Funkční tabulka OR

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schematické značky hradla OR

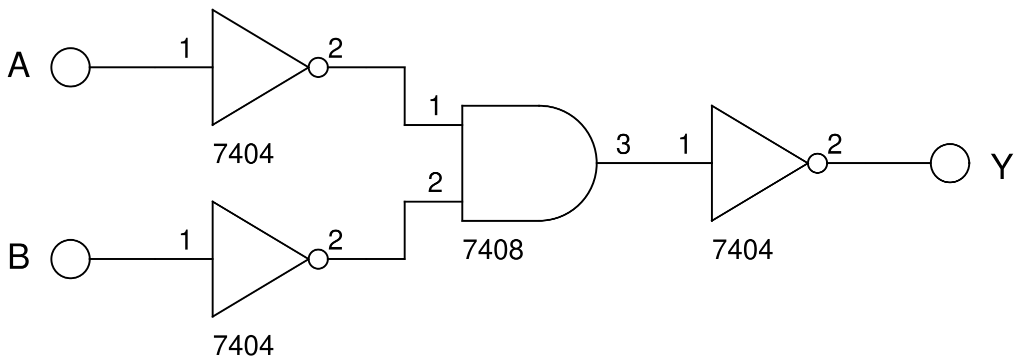
Obrázek 12-5. Americký symbol pro dvou a třívstupové hradlo OR



* *Image size 320*240 PNG, EPS.*

Ekvivalentní schéma hradla OR.

Obrázek 12-6. Náhrada OR



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

12.1.5. Hradlo NAND

*

Odkazy:

- xref linkend="ic.logic.nand"/
-

Tabulka 12-5. Tabulka výstupu dvouvstupového hradla NAND

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabulka 12-6. Tabulka výstupu třívstupového hradla NAND

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Obecně pro jakákoliv další vícevstupová hradla platí že hradlo dává v případě samých 1 na vstupu výstup 0. Všechny ostatní kombinace vstupů dávají výstup 1.

12.1.6. Hradlo NOR

*

12.1.7. Hradlo XOR

* *Attributy:* *id="gate.xor"*

Odkazy:

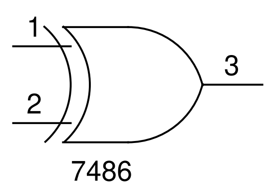
- 16.3.7
-

Tabulka 12-7. Funkční tabulka XOR

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schematická značky hradla XOR

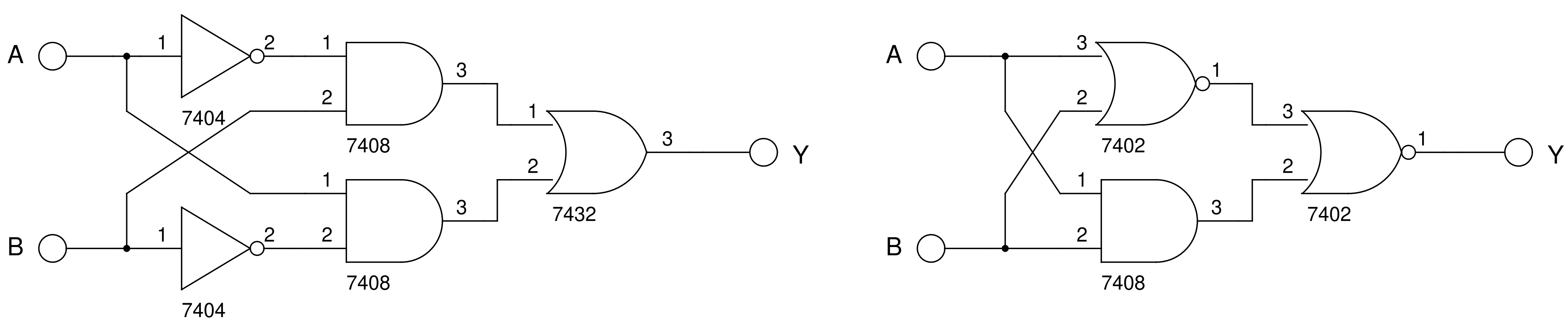
Obrázek 12-7. Americký symbol pro dvouvstupové hradlo XOR



* *Image size 320*240 PNG, EPS.*

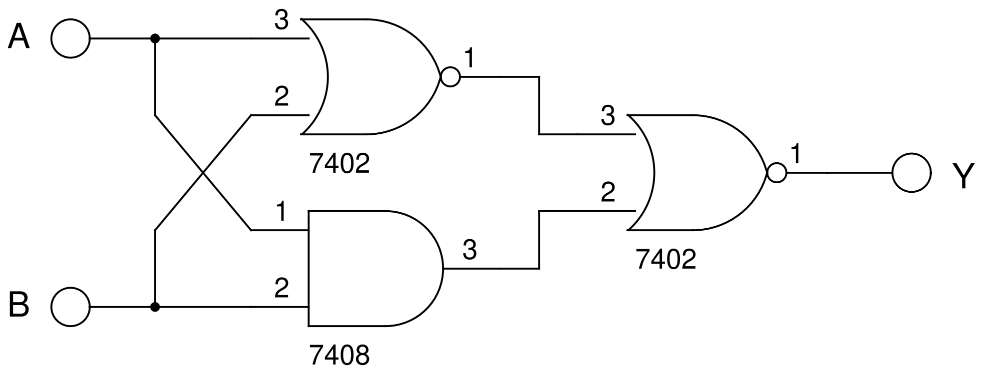
Ekvivalentní schéma hradla XOR.

Obrázek 12-8. Náhrada hradla XOR



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

Obrázek 12-9. Náhrada hradla XOR



* *Image size 320*240 PNG, EPS.*

12.1.8. Hradlo XNOR

*

12.1.9. Hradlo C

Odkazy:

- C-element[2] na Wikipedii

12.1.10. Asymetrické hradlo C

Odkazy:

- Asymmetric C-element[3] na Wikipedii

12.2. Konstrukce digitálních hradel

- How to build your own logic inverter[4]

Digitální hradla lze konstruovat mnoha způsoby. A také tomu tak v minulosti bylo. V rámci hledání nejlepší cesty byly konstruovány nejdříve jednoduchá zapojení, v dobách kdy cena součástek byla určující, až po složitá zapojení s mnoha součástkami na křemíkovém substrátu, když byla zvládnuta výroba integrovaných obvodů.

12.2.1. DL (*Diode Logic*)

* ***Attributy:*** *id="Diode_Logic"*

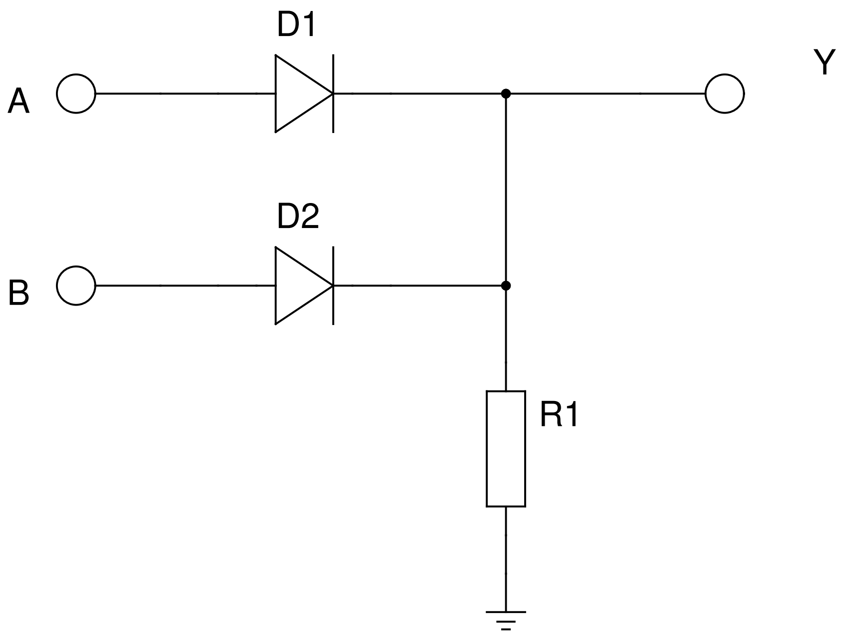
Odkazy:

- Wikipedia: Diode logic[5]
- Číslicová technika - 10 - Diodová logika[6] a 11 - Diodová logika 2[7]

- Základní logické členy[8]
-
-

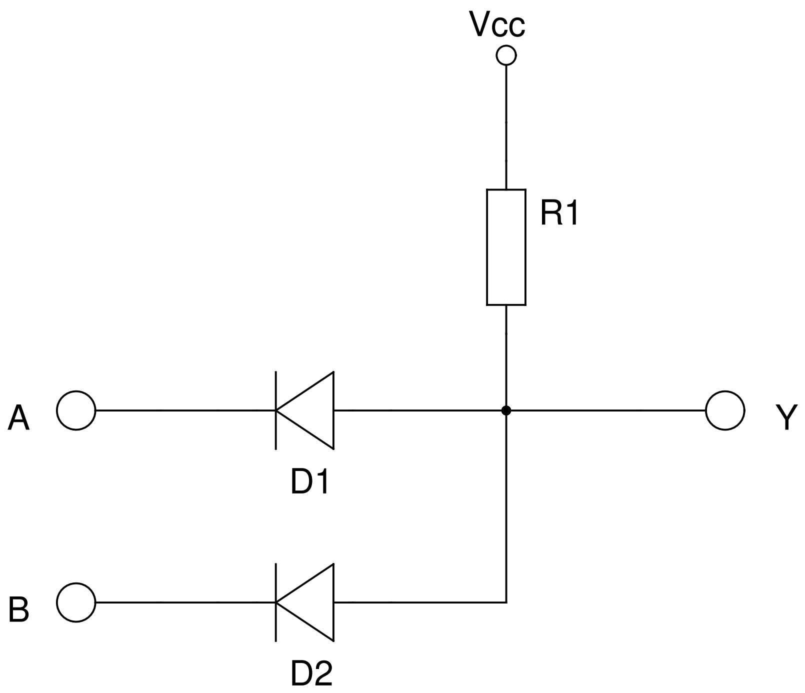
Diodová logika je jednou z nejjednodušších. Využívá ve své funkci diod a jejich schopnosti v jednom směru proud propouštět a v opačném ne. K její realizaci si tedy vystačíme jen s polovodičovými diodami a odpory.

Obrázek 12-10. Zapojení hradla OR diodové logice



* *gEDA image: 320×240 EPS, PNG*

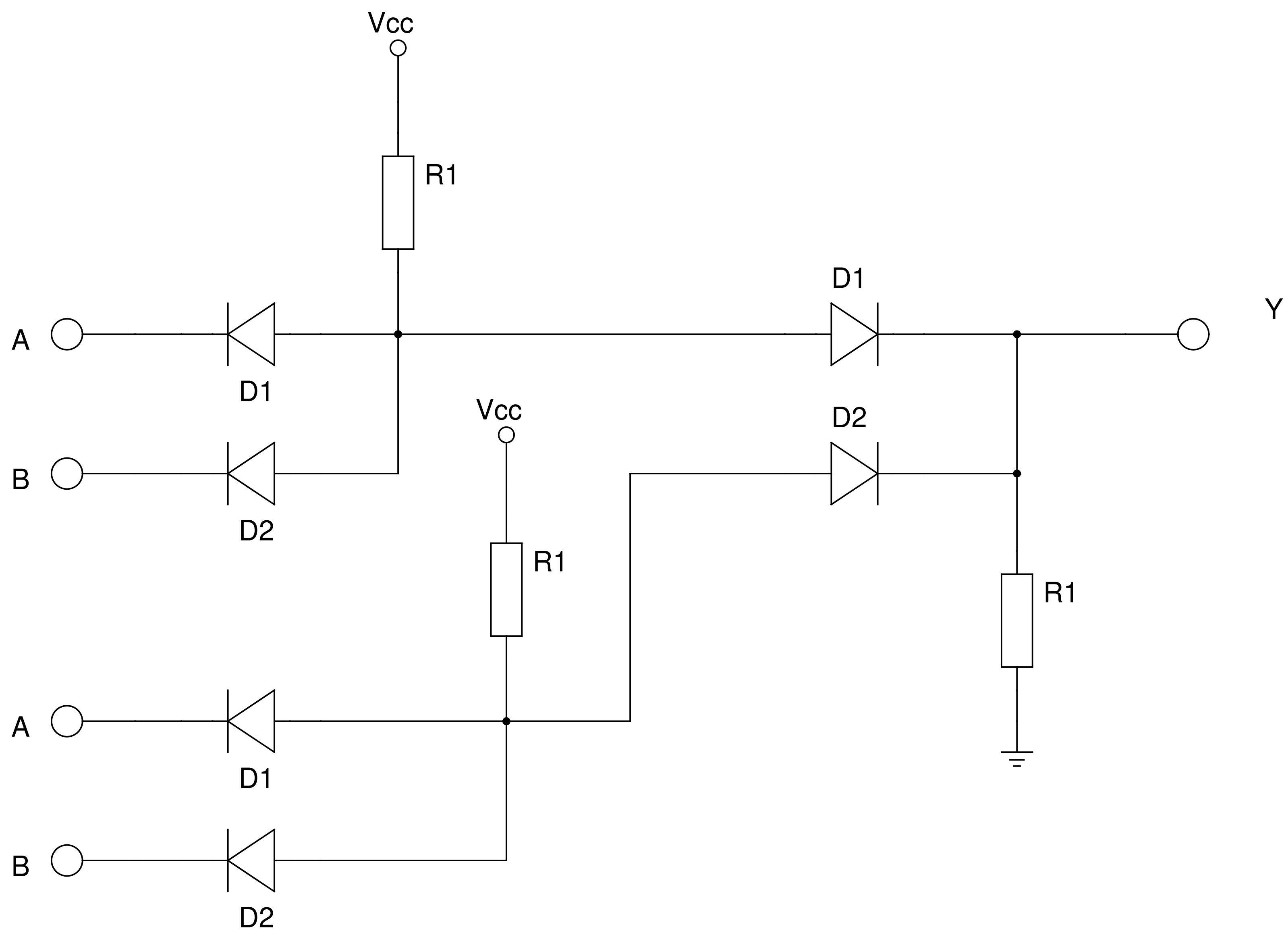
Obrázek 12-11. Zapojení hradla AND diodové logice



* *gEDA image Diode_Logic_AND.sch: 320×240 EPS, PNG*

Vzhledem k principům realizace diodových hradel je není možno kombinovat libovolným způsobem. A protože v diodové logice není možno realizovat invertor, není ani možné realizovat jiná hradla než AND a OR.

Obrázek 12-12. Zapojení kombinace hradel AND a OR v diodové



* *gEDA image Diode_Logic_AND_OR.sch: 640×480 EPS, PNG*

12.2.2. DTL (*Diode Transistor Logic*)

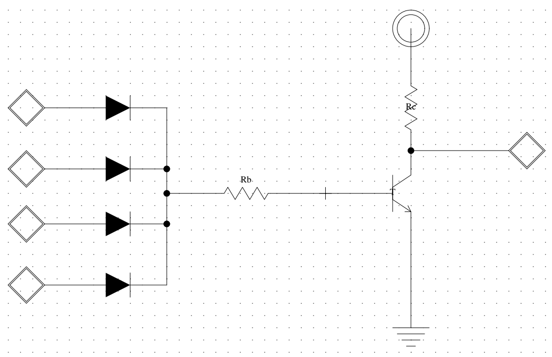
* ***Attributy:*** *id="DTL"*

Odkazy:

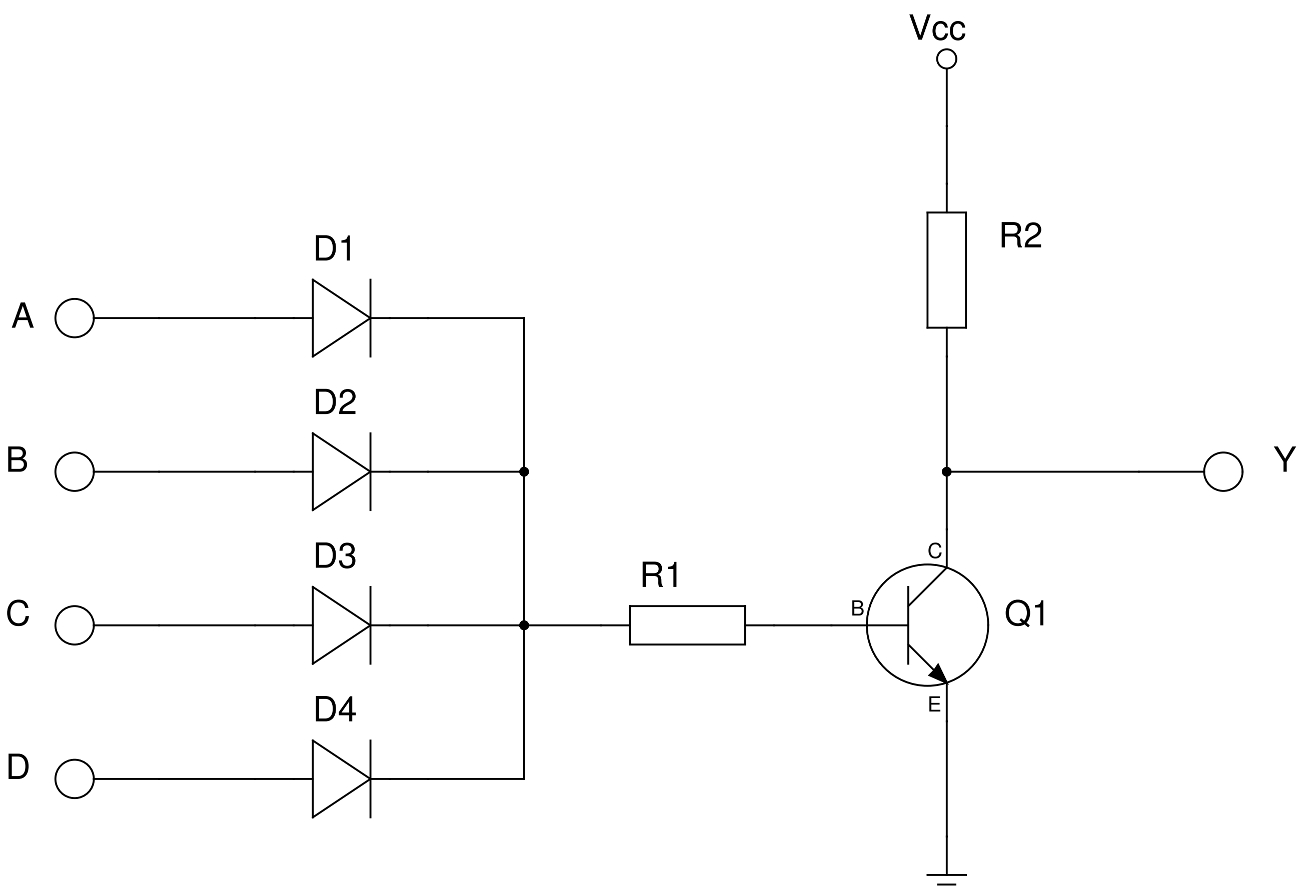
- DIODE-TRANSISTOR LOGIC[9]
- Casio AL-1000 Calculator Technical Description: Electronic Implementation of Logic [10]

Přídáním tranzistoru, jako aktivního prvku zajišťujícího funkci invertoru, se z diodové logiky stává DTL logika. V této logice, protože má v sobe prvek invertoru, již můžeme realizovat všechna hradla. Je tedy úplná.

Obrázek 12-13. DTL hradlo NOR (v Electric)

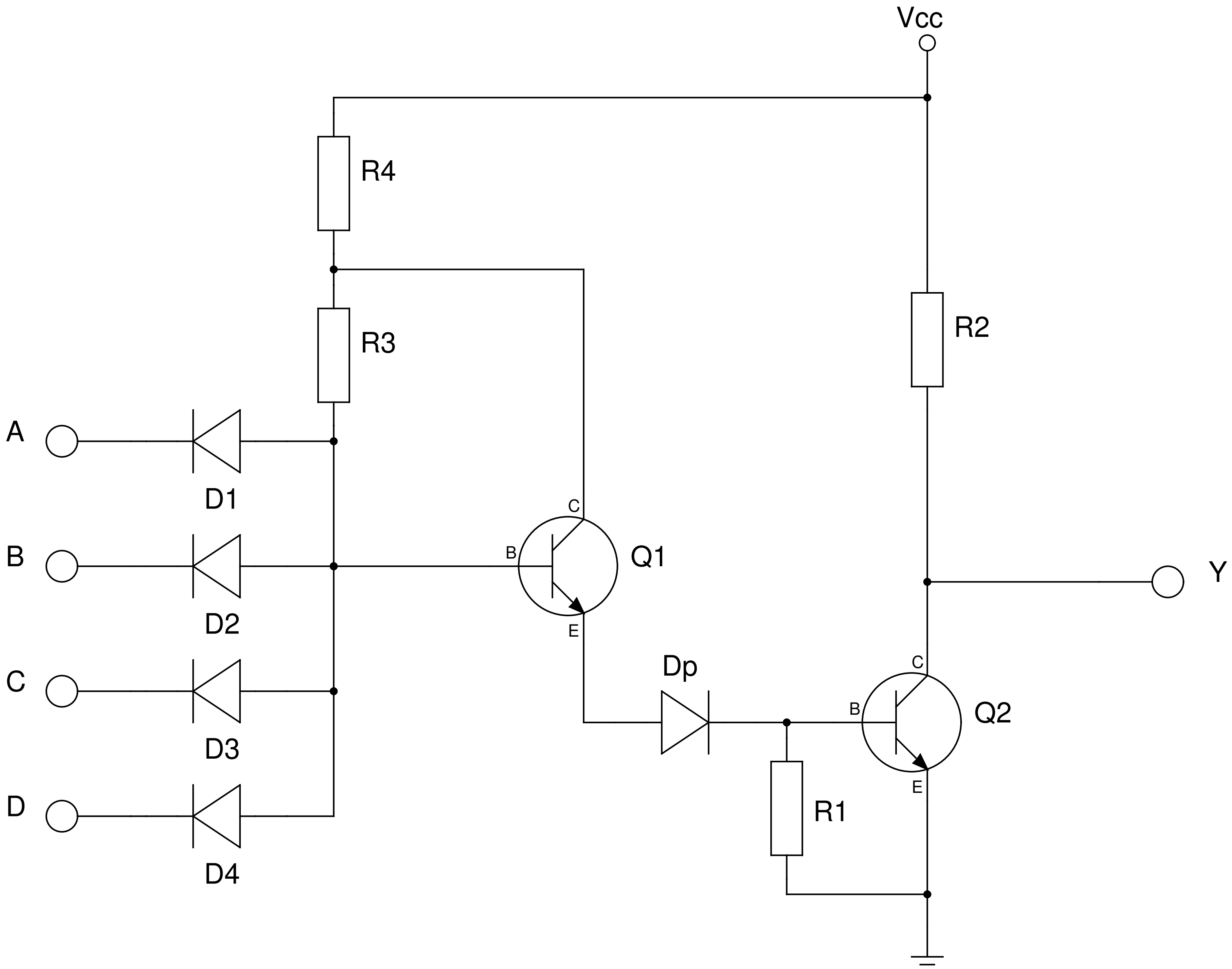


Obrázek 12-14. Čtyřvstupové hradlo NOR v DTL



* *gEDA image DTL_NOR:sch: 640×480 EPS, PNG*

Obrázek 12-15. Čtyřvstupové hradlo NAND v DTL



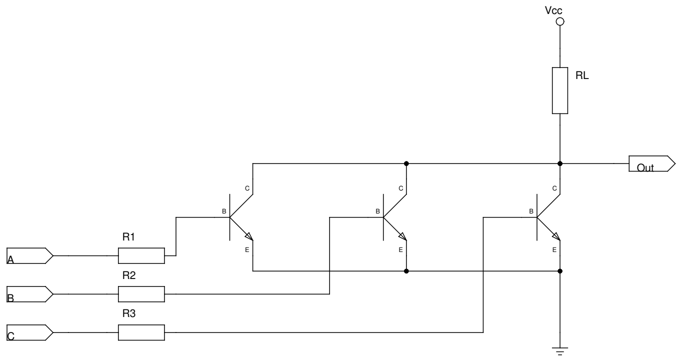
* *gEDA image DTL_NAND:sch: 640×480 EPS, PNG*

12.2.3. Resistor-Transistor Logic (RTL)

Odkazy:

- Resistor-transistor logic[11] na Wikipedii
-

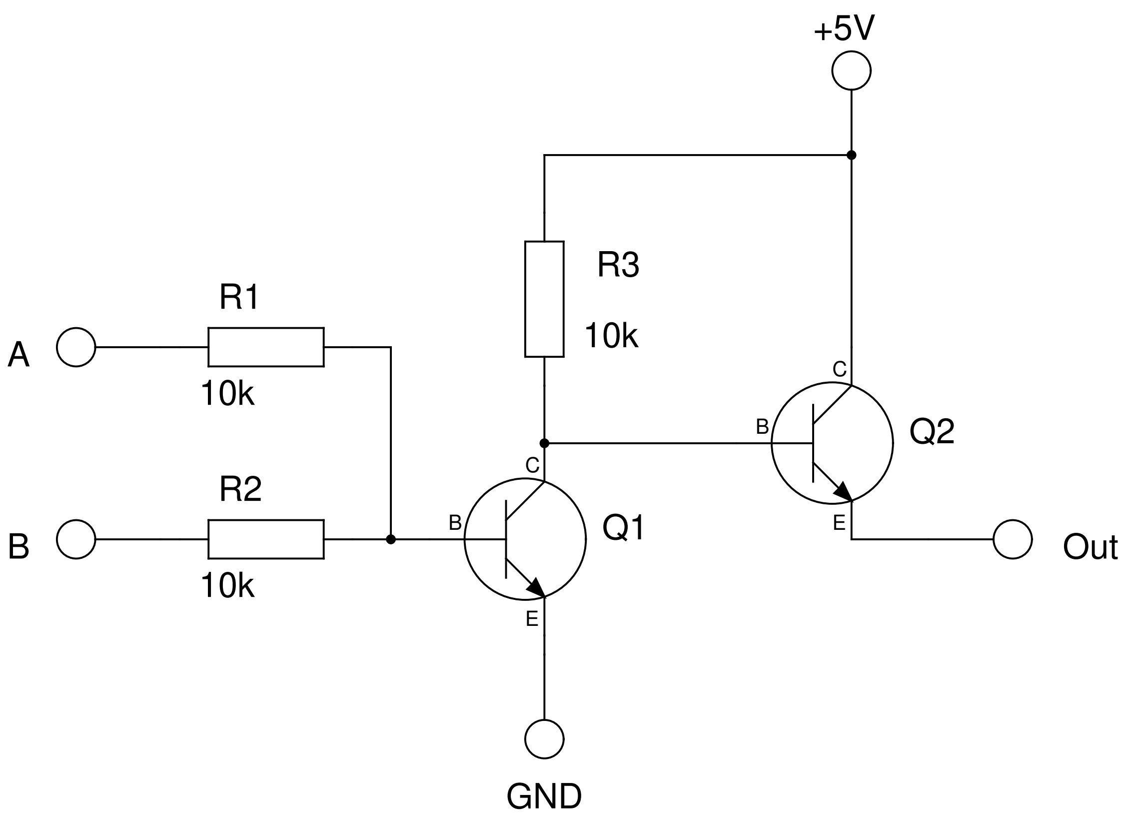
Obrázek 12-16. Třívstupové hradlo NOR v technologii RTL



Hradla této konstrukce byla použita v integrovaných obvodech v AGC (Apolo Guidance Computer).

Další ukázka NOR hradla pochází z Instructables[12].

Obrázek 12-17.



* *320*240*

12.2.4. Transistor Logic

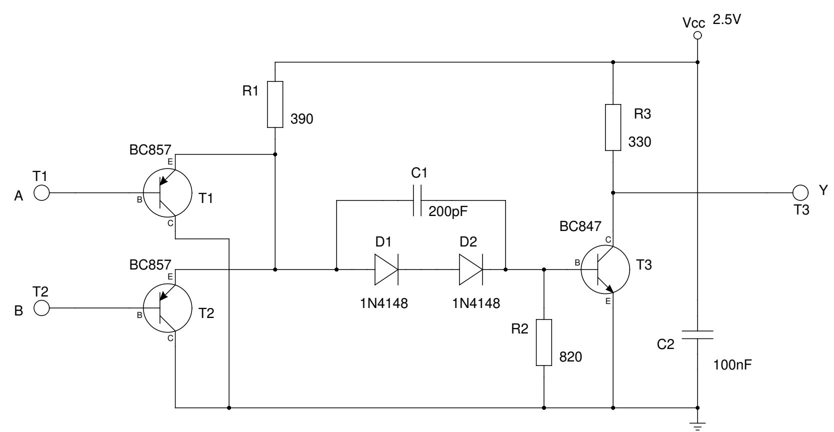
* *Následující informace pochází z http://www.6502.org/users/dieter/mt15a/mt15a_3.htm.*

Zatím, co DTL logika, následovaná RTL logikou byla implementována v integrovaných obvodech a vedla ke konstrukci TTL a ECL, o realizaci logických obvodů z diskrétních součástek již tolik informací není. V této části shraňuji schémata a implementace logických hradel realizovaných pomocí tranzistorů a dalších diskrétních součástek.

* *K realizaci logiky pomocí tranzistorů jsem zatím nenašel mnoho informací. Nejzajimavější co jsem objevil je reálně použitá konstrukce hradla uvedená na obrázku. Obvod byl použit v počítači s hodinovým kmitočtem 0.5 MHz.*

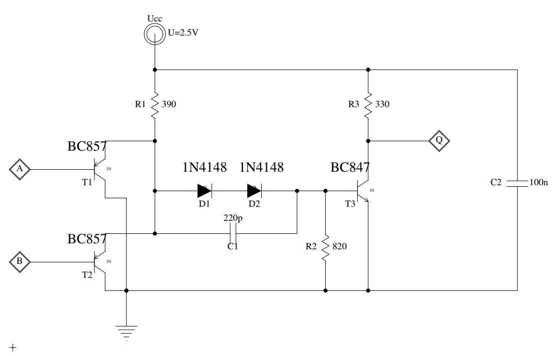
Následující hradlo NAND pochází z konstrukce počítače MT15.

Obrázek 12-18. Tranzistorové hradlo NAND počítače MT15



* *gEDA image schematic:sch: 640×480 PNG, EPS scale=40*

Obrázek 12-19. Tranzistorové hradlo NAND (v Electric)



Toto hradlo lze snadno upravit na zapojení s otevřeným kolektorem. Pouze se vypustí odpor R3. Rovněž lze snadno přidáním dalších tranzistorů na vstup pod T1 a T2 rozšířit počet vstupů. V Dietrově konstrukci[13] se vyskytují 4 a 8 vstupové hradla NAND s otevřeným kolektorem. Použití otevřeného kolektoru pak umožňuje spojovat výstupy hradel v montážním součtu. Dosáhneme tak nižšího průměrného počtu tranzistorů na logické hradlo v zapojení, protože koncový tranzistor T3 se tak stane součástí hradla OR.

Treshold napětí je okolo 1.3V, takže lze toto hradlo budit bez problémů integrovanými obvody 74HCT/ACT.

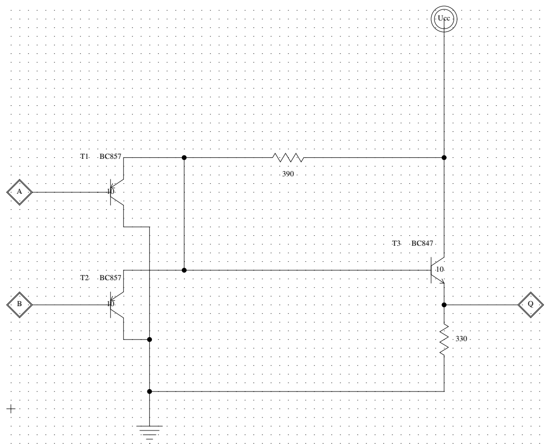
Napájecí napětí by mělo být v rozsahu od 2.4 do 2.6V. U každého hradla musí být na napájení kondenzátor C2.

12.2.5. CTL (Complementary Transistor Logic)

* ***Attributy:*** *id="CTL"*

Podstatou CTL je použití jak NPN tak PNP tranzistorů. Vazba mezi nim, jak je vidět na schématu hradla NAND, je přímá.

Obrázek 12-20. CTL NAND v Electric



12.2.6. TTL

Odkazy:

- TTL NAND and AND gates[14]

12.2.7. To be done:ECL (SECL)

12.2.8. To be done:DECL (Differetntial ECL)

12.2.9. Technologie CMOS

Odkazy:

- CMOS[15] anglický článek na Wikipedii
- CMOS[16] český článek na Wikipedii

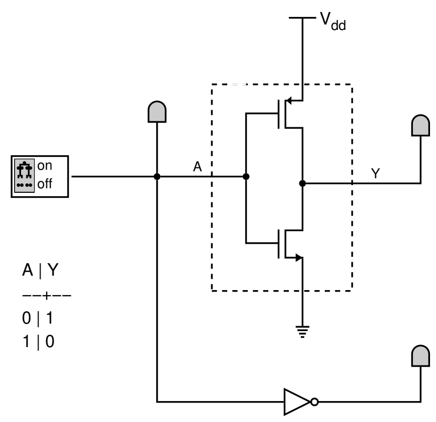
12.2.9.1. Invertor

Odkazy:

- CMOS[17] na Wikipedii .cz
- CMOS[18] na Wikipedii

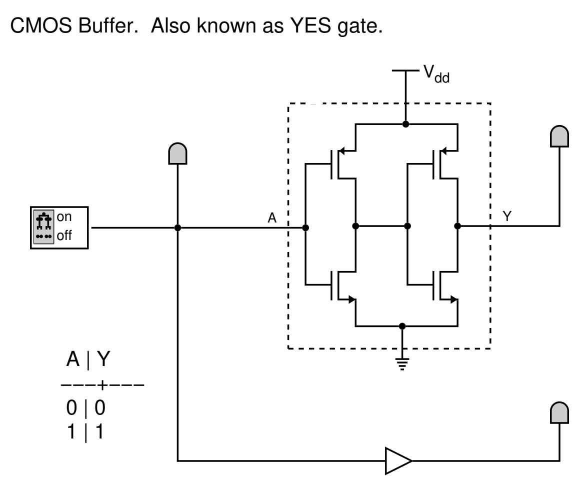
Invertor je základní logické hradlo známé také pod názvem NOT. Jeho funkce je poskytovat na výstupu logickou hodnotu jenž je negací logické hodnoty na vstupu.

Obrázek 12-21. Testovací schéma CMOS invertoru v TkGate



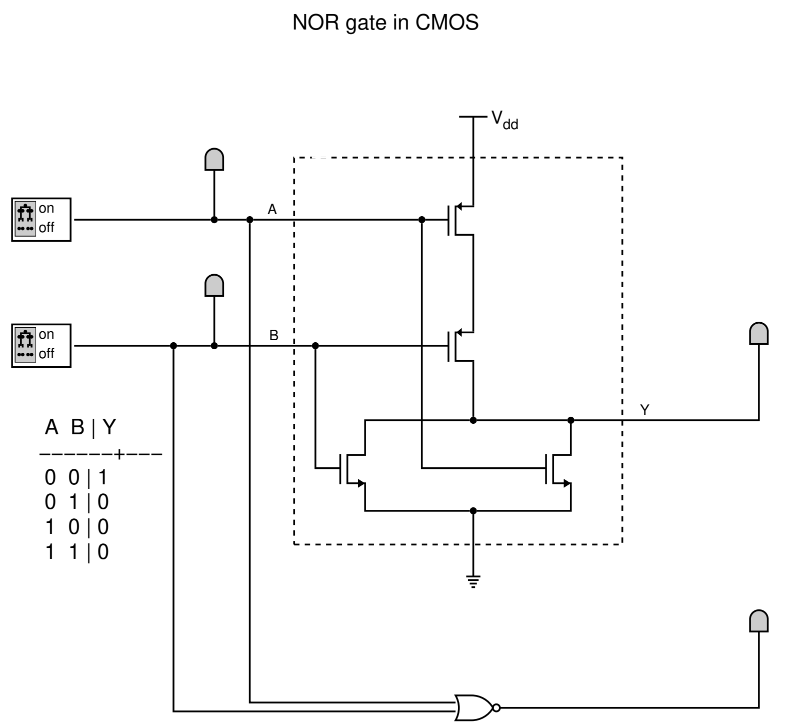
12.2.9.2. Buffer

Obrázek 12-22. Testovací schéma CMOS bufferu v TkGate

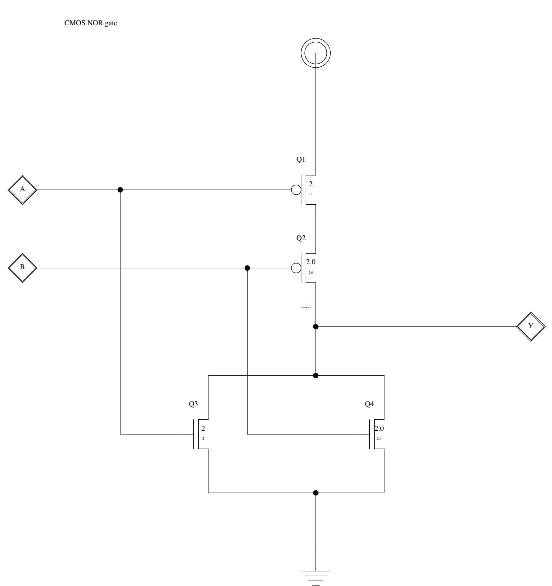


12.2.9.3. Hradlo NOR

Obrázek 12-23. Testovací schéma CMOS hradla NOR v TkGate

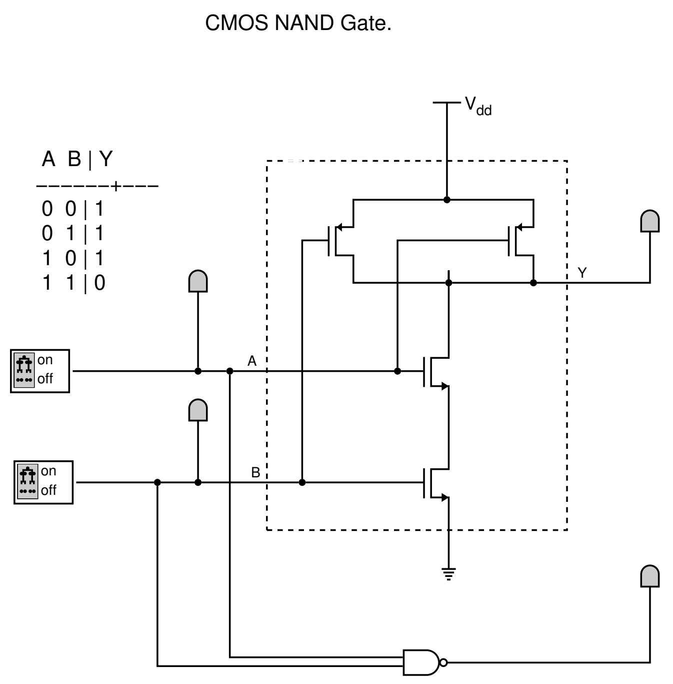


Obrázek 12-24. Testovací schéma CMOS hradla NOR v Electric

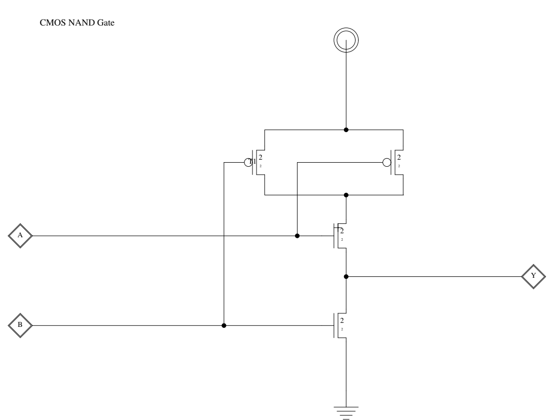


12.2.9.4. Hradlo NAND

Obrázek 12-25. Testovací schéma CMOS hradla NAND v TkGate



Obrázek 12-26. Testovací schéma CMOS hradla NAND v Electric



12.2.10. Mechanická hradla

Odkazy:

- Z1 - Calculation with Metal Sheets[19]
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Logic_gate
2. http://en.wikipedia.org/wiki/C-element
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_C-element
4. http://www.flatspike.com/projects/electronics/single-transistor-logic-inverter/
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Diode_logic
6. http://www.8bitu.cz/clanek/cislicova-technika-10-diodova-logika/
7. http://www.8bitu.cz/clanek/cislicova-technika-11-diodova-logika-2/
8. http://www.copsu.cz/mikrop/didakticka_pomucka/cislicova_technika/zakl_log_cleny/obecne/obecne.html
9. http://mycircuits.blogspot.com/2007/06/diode-transistor-logic.html
10. http://people.cs.ubc.ca/~hilpert/eec/misc/CasioAL1000Tech/electronics.html
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Resistor-transistor_logic
12. http://www.instructables.com/id/Create-a-NOR-Gate/
13. http://www.6502.org/users/dieter/mt15/mt15_sch.htm
14. http://www.allaboutcircuits.com/vol_4/chpt_3/5.html
15. http://en.wikipedia.org/wiki/CMOS
16. http://cs.wikipedia.org/wiki/CMOS
17. http://cs.wikipedia.org/wiki/CMOS
18. http://en.wikipedia.org/wiki/CMOS
19. http://user.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/z1-metal-sheets.html

Kapitola 13. Kombinační obvody

* ***WORKING: Editovat.***

13.1. Booleova Algebra

Odkazy:

- Číslicové počítače. Jan Blatný, Karel Krištoufek, Zdeněk Pokorný, Ján Kolenička. SNTL 1982. Strana 62.
- Booleova algebra[1] na Wikipedii
-
-

Booleova algebra je množina B o alespoň svou prvcích (O a I), nad níž jsou definovány dvě binární ($\wedge$ a $\vee$) a jedna unární operace ($\neg$), splňující následující axiómy. Nejdříve si ale povíme něco více o použitých pojmech.

Je zvykem označovat prvky množiny B znaky

- První prvek: 0, O, L
- Druhý prvek: 1, I, H

Označení číslicemi 0 a 1 je obvyklé v matematice a výpočetní technice. Označení písmeny L a H je obvyklé v číslicové technice. Použití písmene O místo 0 a písmene I místo 1 je z historických důvodů kdy se pro tyto číslice častou používali písmena abecedy jim podobná.

Dvě binární operace nazývané jako sčítání a násobení jsou pojmenovávány a značeny jako

- logický součet, $\vee$, $\wedge$, +, OR
- logický součin, $\wedge$, $\cdot$, ., $\star$, AND

Unární operace je nazývána negace a označována znaky $\neg$, -, /, !, NOT, nebo tak, že se nad výrazem udělá vodorovná čára přes celý výraz.

Axiomy

1. výsledkem všech tří operací $\vee$, $\wedge$ a $\neg$ jsou prvky množiny B
2.
3. komutativita: $a \vee b = b \vee a$, $a \wedge b = b \wedge a$
4. asociativita: $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$, $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$

2a: $\exists$ prvek 0, pro který platí $a + 0 = a$
2b: $\exists$ prvek 1, pro který platí $a \cdot 1 = a$
4a: $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
4b: $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
5: Jsou-li prvky 0,1 z axiómu 2 jediné, pak pro každý prvek a existuje prvek ¬a <8714> B, který splňuje rovnice $a \cdot \neg a = 0$, $a + \neg a = 1$
6: Množina B obsahuje alespoň dva navzájem různé prvky a, b.
REMOVE: **1a:** a + b <8714> B
REMOVE: **1b:** a · b <8714> B
REMOVE: **3a:** $a + b = b + a$
REMOVE: **3b:** $a \cdot b = b \cdot a$

Věty:

1a: Prvek 0 v axiómu 2a je jediný.
1b: Prvek 1 v axiómu 2b je jediný.

2a: a + a = a
2b: a · a = a
3a: a + 1 = 1
3b: a · 0 = 0
4a: a + a · b = a
4b: a · (a + b) = a
5: ¬a je určen jednoznačně
6: ¬(¬a) = a
7a: ¬(a + b) = ¬a · ¬b
7b: ¬(a · b) = ¬a + ¬b
8a: (a + b) + c = a + (b + c)
8b: (a · b) · c = a · (b · c)
9a: a + ¬a · b = a + b
9b: a · (¬a + b) = a · b
10: (a + b) · (¬a + c) = a · c + ¬a · b
11a: ¬(a · c + b · ¬c) = ¬a · c + ¬b · ¬c
11b: ¬((a + c) · (b + ¬c)) = (¬a + c) · (¬b + ¬c)

* *Elementy: exist ∃, forall ∀, isin <8714>, ni <8717>, notin ∉, sdot ·*
* *Chyba je v TeX souboru v řádku: {bold}}1a:\endSeq{}\endNode{} a + b \Character{8714} B\endSeq{}\endNode{}\endPar{}\endDisplayGroup{}\endNode{}\Node%*
* *znak isin je podle ISOTECH^2 unicode 02208$_{HEX}$, Popis znaku: "/in R: =set membership"*
* *element &element; nefunguje*

Tabulka 13-1. Pravdivostní tabulka některých binárních operací

a	**b**	**a∧b**	**a∨b**	**¬a**
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

Tabulka 13-2. Pravdivostní tabulka některých binárních operací

a	**b**	**a∧b**	**a∨b**	**¬a**
O	O	O	O	I
O	I	O	I	I
I	O	O	I	O
I	I	I	I	O

13.2. Sčítání

*

Poloviční sčítačka je obvod se dvěma vstupy a dvěma výstupy. Sčítá dvě jedobitová čísla. Její funkční tabulka vypadá následovně.

Tabulka 13-3. Funkční tabulka poloviční sčítačky

A	B	Cout	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

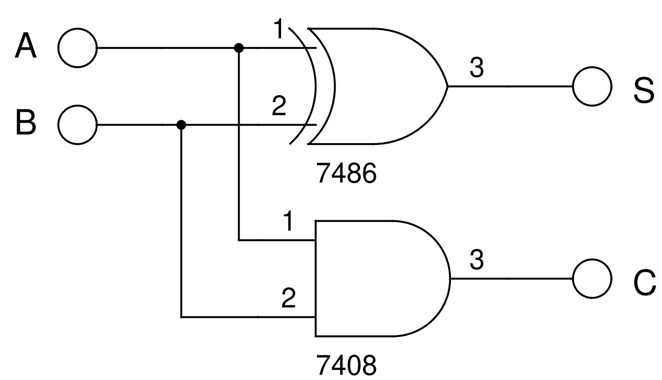
Zde jsou rovnice, popisující chování poloviční sčítačky.

$$S = A \text{ xor } B = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$$
$$C = A \wedge B$$

Jak tabulka napovídá a je vidět v rovnicích, můžeme poloviční sčítačku realizovat s použitím dvou hradel. Hradlo XOR vytváří součet S vstupů A a B, a hradlo AND pak generuje přenos do vyššího řádu.

Ukázka realizace poloviční sčítačky pomocí základních logických hradel.

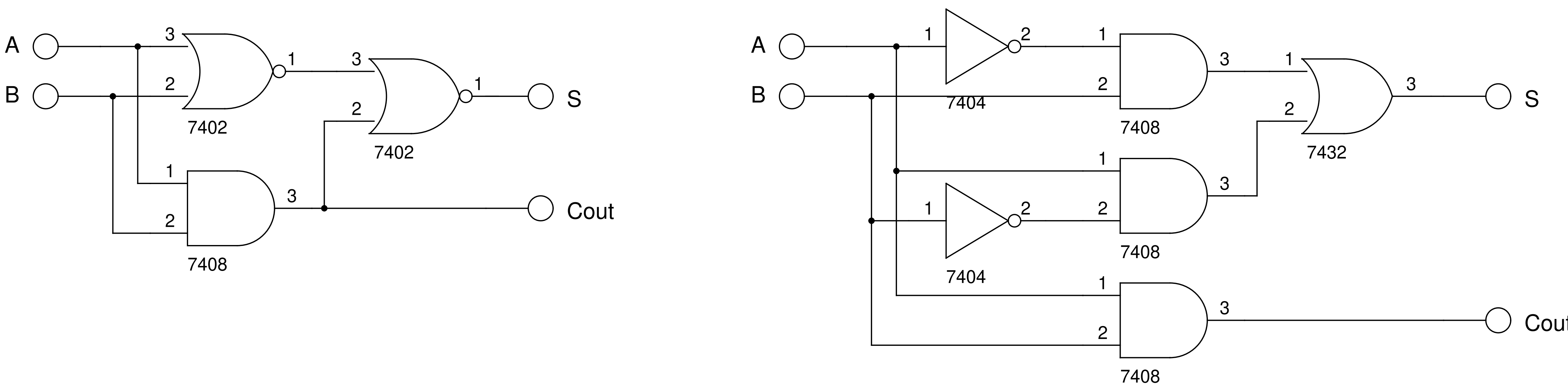
Obrázek 13-1. Poloviční sčítačka z hradla XOR a AND



* *Image size 320*240 PNG, EPS.*

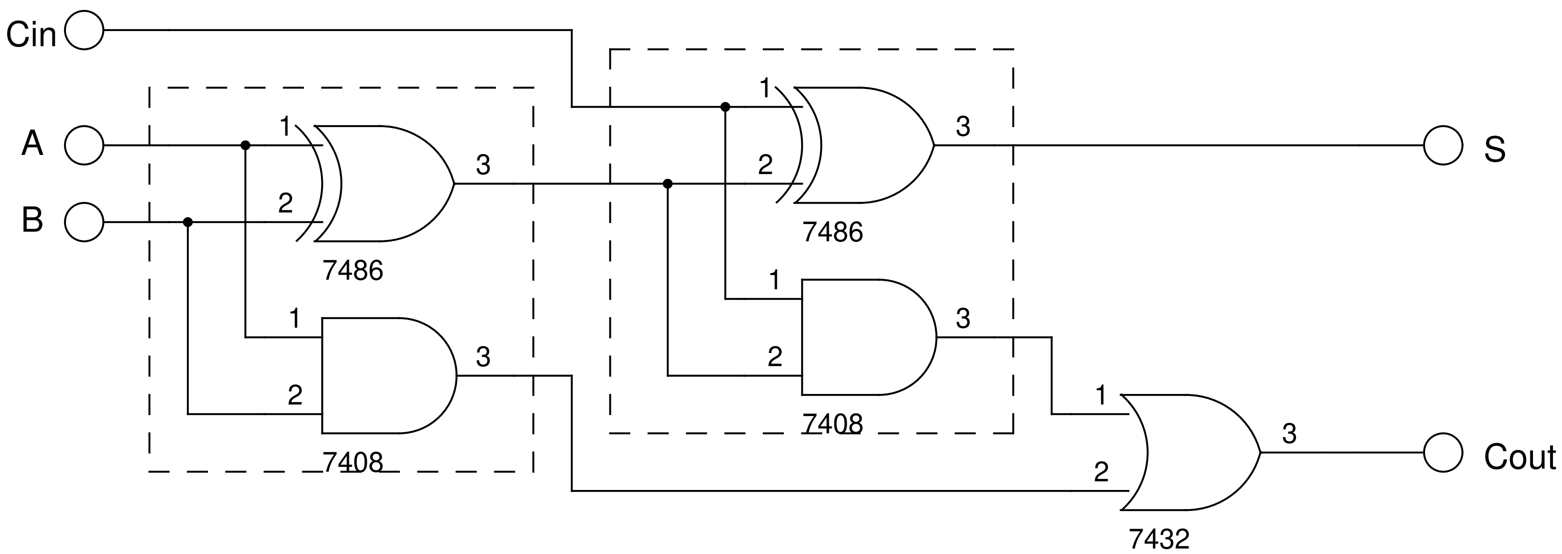
Tomuto sčítacímu obovodu se říká poloviční, protože pokud potřebujeme celou jednobitovou sčítačku, musíme použí kombinaci dvou uvedených obvodů. Tedy každý tvoří „polovinu“ celé sčítačky.

Obrázek 13-2. Alternativní zapojení poloviční sčítačky



Nyní si ukážeme zapojení celé sčítačky.

Obrázek 13-3. Zapojení úplné sčítačky



Poznámky

1. http://cs.wikipedia.org/wiki/Booleova_algebra
2. http://www.w3.org/2003/entities/iso8879doc/isotech.html

Kapitola 14. Sekvenční obvody

Sekvenční obvody jsou takové obvody, kde stav výstupů závisí nejen na vstupních hodnotách, ale i na předchozím stavu celého obvodu. Sekvenční obvody totiž mají paměť.

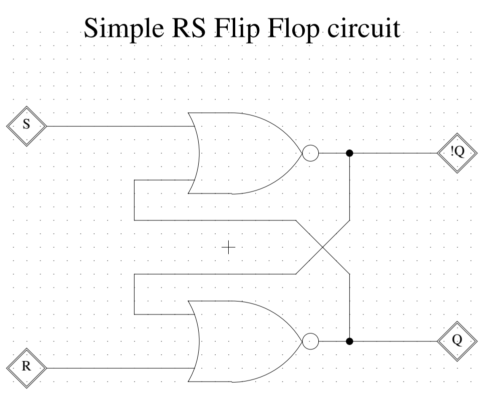
14.1. Klopný obvod RS

Odkazy:

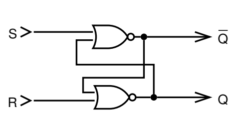
- The Basic RS NOR Latch[1]
- The Basic RS NAND Latch[2]
- Basic flip-flop[3]
- A Transistor RS Flip Flop Tutorial[4]
- Transistor Pushpul RS Flipflop[5]
- 3. - BISTABLE TRIGGER CIRCUITS[6]
- Flip-Flops[7]
-
-

Klopný obvod je nejjednodušším sekvenčním obvodem a jeho princip je základem funkčnosti celé řady klopných obvodů (D, T, JK, ...). Sestává ze dvou hradel typu NOR

Obrázek 14-1. Schéma klopného obvodu RS v Electric

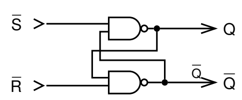


Obrázek 14-2. Schéma klopného obvodu RS v TkGate



Místo hradel NOR můžeme použít hradla NAND

Obrázek 14-3. Schéma klopného obvodu RS z hradel NAND

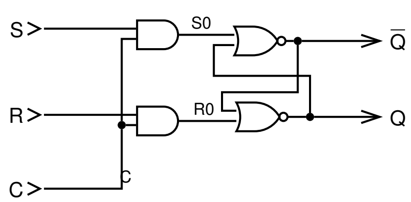


Existuje velké množství variant klopného obodu který jsme si právě ukázali. Některé z nich mají i vlastní název. Dále se pokusím některé z nich ukázat a upozornit na základní odlišnosti a použití těchto obvodů.

14.1.1. Klopný obvod RS s hradlovanými vstupy

Tato úprava klopného obvodu připouští změnu jen v případě že vstupní signál `C` má hodnotu "1".

Obrázek 14-4. Hradlovaný klopný obvod RS z hradel NOR



Tento obvod použijeme například při realizaci paměťového registru. Vstup C v takovém případě slouží pro výběr registr do kterého se bude zapisovat informace.

Poznámky

1. http://www.play-hookey.com/digital/rs_nor_latch.html
2. http://www.play-hookey.com/digital/rs_nand_latch.html
3. http://www.tpub.com/content/neets/14181/css/14181_119.htm
4. http://www.hobbyprojects.com/flip_flop/a_transistor_RS_flip_Flop.html
5. http://www.microclub.ch/~jmasur/electronics/Transistor_Pushpull_RS_Flipflop.png
6. http://www.premiumorange.com/daniel.robert9/anglais/Digit/Digit_4TS2.html
7. http://www.facstaff.bucknell.edu/mastascu/elessonshtml/Logic/Logic4.html

Kapitola 15. Dual Rail logika

Klasická číslicová logika používá k prezentaci logických hodnot jednoho vodiče. Ten, většinou napeťovou úrovní, určuje logickou "0" či "1". Dual Rail logika má však pro každou logickou hodnotu samostatný vodič.

Tabulka 15-1. Logické hodnoty na dual rail

0	(0,1)
1	(1,0)
quiet	(0,0)
alarm	(1,1)

Kapitola 16. Přehled některých logických IO

Odkazy a zdroje:

- Přehled obvodů řady TTL 7400. Díl I. 7400 až 7499
- Přehled obvodů řady TTL 7400. Díl II. 74100 až 74199
- Přehled obvodů řady CMOS 4000. Díl I. 4000 … 4099
- Přehled obvodů řady CMOS 4000. Díl II. 41xx, 43xx, 45xx, 40xxx
- Chip Directory[1]
- Chip Directory (mirror)[2]
- Original Frank's The Giant Internet IC Masturbator (GIICM)[3]
- Mirror[4] of Frank's GIICM
- GIICM[5] verze Jana Řeháka
- 7400 Series Description[6]
- Frank's Hospital Workshop[7]
- List of 7400 series integrated circuits[8] na Wikipedii
- List of 4000 series integrated circuits[9]
-

Tato kapitola je přehledem vybraných logických intergorvaných obvodů.

Následující tabulka je přehledem logických IO podle značení 74 které zavedla firma Texas Instruments. V prvním sloupci je značení podle firmy TI, v druhém pak kategorie do které obvod patří. Ve třetím sloupci je skrácený popis obvodu s použitím řady zkratek. V předposledním sloupci je CD kód CMOS varianty obvodu jenž zavedla firma RCA. Poslední sloupec pak obsahuje případné odkazy na jiné informační zdroje k danému obvodu.

Tabulka 16-1. Použité zkratky

OC	Obvod s výstupy s otevřeným kolektorem. Může být doplněno informací o maximálním napětí v případě obvodů jenž slouží jako budiče.
Schmitt	Obvod má vstupech Schmittovy klopné obvody.
EXP	Obvod má Expanded vstupy výstup. Tyto slouží pro propojení obvodů za účelem vytvoření komplikovanějších funkcí. Typicky **FIXME:** doplnit příklad.
GATED	Výstup pbvodu je „hradlován“ zvláštním vstupem značným G

* *Následující 5(4) sloupcová tabulka je pokus o tabulku 74xx obvodů s doplňkovými informacemi.*

Following table is in “compressed” for because of a space.

OC	Open collector output
GATED	output is gated by G input
Schmitt	Schmitt Trigger input gate
EXP	gate has X,Y inputs for expander

* *Následující tabulka je po novu generována z informací uvedených na jiných místech. Druhá část tabulky jsou původní ručně zadaná data která jsou postupně odstraňována.*

Tabulka 16-2. Tabulka obvodů 74 podle značení

kód SN	kat.	popis	kód CD	links
7400	logic	4x 2-input NAND gate		CD[10] GM[10]

kód SN	kat.	popis	kód CD	links
7401	logic	4x 2-input NAND gate OC		CD_{10} GM_{10}
7402	logic	4x 2-input NOR gate	4001	CD_{10} GM_{10}
7403	logic	4x 2-input NAND gate OC		CD_{10} GM_{10}
7404	buffer	6x INVERTOR	4069	CD_{10} GM_{10}
7405	buffer	6x INVERTOR OC		CD_{10} GM_{10}
7406	buffer	6x NOT gate OC 30V		CD_{10} GM_{10}
7407	buffer	6x buffer OC, 30V, 40mA		CD_{10} GM_{10}
7408	logic	4x 2-input AND gate	4081	CD_{10} GM_{10}
7409	logic	4x 2-input AND gate OC		CD_{10} GM_{10}
7410	logic	3x 3-input NAND gate	4023	CD_{10} GM_{10}
7411	logic	3x 3-input AND gate	4073	CD_{10} GM_{10}
7412	logic	3x 3-input NAND gate OC		CD_{10} GM_{10}
7413	logic	2x 4-input NAND gate Schmitt	4093	CD_{10} GM_{10}
7414	buffer	6x NOT gate Schmitt	4584	CD_{10} GM_{10}
7415	logic	3x 3-input AND gate OC		CD_{10} GM_{10}
7416	buffer	6x NOT gate OC 15V		CD_{10} GM_{10}
7417	buffer	6x NOT gate OC 15V		CD_{10} GM_{10}
7418	logic	2x 4-input NAND gate Schmitt		CD_{10} GM_{10}
7419	buffer	6x NOT gate Schmitt		CD_{10} GM_{10}
7420	logic	2x 4-input NAND gate		CD_{10} GM_{10}
7424	logic	4x 2-input NAND gate Schmitt	4093	CD_{10} GM_{10}
7430	logic	1x 8-input NAND gate		CD_{10} GM_{10}
7432	logic	4x 2-input OR gate	4xxx	CD_{10} GM_{10}
7437	logic	4x 2-input NAND gate Power		CD_{10} GM_{10}
7438	logic	4x 2-input NAND gate OC Power		CD_{10} GM_{10}
7440	logic	2x 4-input NAND gate Power		CD_{10} GM_{10}
7442	decoder	Dekodér BCD na 1 z 10		CD_{10} GM_{10}
7450	logic	2x 4-input AND-OR-INVERT-EXPAND gate		CD_{10} GM_{10}
7451	logic	2x 4-input AND-OR-INVERT gate		CD_{10} GM_{10}
7453	logic	1x 8-input AND-OR-INVERT-EXPAND gate		CD_{10} GM_{10}
7454	logic	1x 8-input AND-OR-INVERT gate		CD_{10} GM_{10}
7470	flip-flop	J-K Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD_{10} GM_{10}
7471	flip-flop	J-K Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD_{10} GM_{10}
7472	flip-flop	J-K Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD_{10} GM_{10}
7473	flip-flop	2x J-K Flip-Flop s nulováním		CD_{10} GM_{10}
7474	flip-flop	2x D Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD_{10} GM_{10}

kód SN	kat.	popis	kód CD	links
7475	flip-flop	4x D Flip-Flop		CD10 GM10
7476	flip-flop	2x J-K Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD10 GM10
7478	flip-flop	2x J-K Flip-Flop s nulováním a nastavením		CD10 GM10
7486	logic	4x 2-input XOR gate	4030,4070	CD10 GM10
7490	counter	desítkový čítač s nulováním a nastavením		CD10 GM10
7493	counter	čtyřbitový čítač s nulováním		CD10 GM10
7496	shift	pětibitový posuvný registr		CD10 GM10
74122	buffer	monostable ff		
74123	buffer	2x monostable ff		
74123	osc	VCO		
74125	buffer	4x buffer 3 state		
74126	buffer	4x buffer 3 state		
74136	logic	4x 2-input XOR gate OC		
74141	decoder	Dekodér BCD na 1 z 10 HV		
74147	logic	priority encoder		
74150	decoder	16-Multiplexer		
74151	decoder	8-Multiplexer		
74154	decoder	16-Demultiplexer		
74164	shift	8-mi bitový posuvný registr s paralelním výstupem		
74165	shift	8-mi bitový posuvný registr PISO		
74192	counter	dekadický synchronní vratný čítač s nulováním a nastavením		
74193	counter	čtyřbitový synchronní vratný čítač s nulováním a nastavením		
74266	logic	4x 2-input XNOR gate OC		
74324	osc	VCO		
74325	osc	VCO		
74326	osc	VCO		
74327	osc	VCO		
74386	logic	4x 2-input XOR gate		
74543	latch	8-mi bitový, třístavový, obousměrný latch		GM10
74544	latch	8-mi bitový, invertující, třístavový, obousměrný latch		GM10
74573	latch	8-mi bitový, třístavový latch		GM10

kód SN	kat.	popis	kód CD	links
74595	shift	8-mi bitový posuvný registr SIPO s 3-stavovým paralelním výstupem		GM$_{10}$
74610	logic	mmu		GM$_{10}$
74611	logic	memory management unit		GM$_{10}$
74612	logic	memory management unit		GM$_{10}$
74613	logic	memory management unit		GM$_{10}$
74624	osc	VCO		GM$_{10}$
74625	osc	VCO		GM$_{10}$
74626	osc	VCO		GM$_{10}$
74627	osc	VCO		GM$_{10}$
74628	osc	VCO		GM$_{10}$
74629	osc	VCO		GM$_{10}$
747266	logic	4x 2-input XNOR gate	4077	
Následuje původní, ručně zadávaná část tabulky.				
7421	logic	2x 4-input AND gate		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7422	logic	2x 4-input NAND gate OC		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7423	logic	2x 4-input NOR gate GATED, EXPANDED		CD$_{10}$
7425	logic	2x 4-input NOR gate GATED		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7426	logic	4x 2-input NAND gate OC		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7427	logic	3x 3-input NOR gate		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7428	logic	4x 2-input NOR gate		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7429		*no circuit uses this number*		
7431	logic	2x YES, 2x NOT, 2x NAND gate DELAY		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7432	logic	4x 2-input OR		CD$_{10}$, GM$_{10}$
7433				CD$_{10}$, GM$_{10}$
7434				CD$_{10}$, GM$_{10}$
7435				CD$_{10}$, GM$_{10}$
74543	latch	8-bit 3-state noniverting 2-way register-transceiver(!LEBA, !GBA, !CEBA, !CEAB, !LEAB, !GAB)		CD$_{10}$, GM$_{10}$
74544	latch	8-bit 3-state iverting 2-way register-transceiver(!LEBA, !GBA, !CEBA, !CEAB, !LEAB, !GAB)		CD$_{10}$, GM$_{10}$
				CD$_{10}$, GM$_{10}$

kód SN	kat.	popis	kód CD	links
7450729		2x flip-flop D	n/a	CD_{10}

----------------><----------------

Následuje puvodní verze tabulky zmenším počtem sloupců. Jednotlivé řádky jsou postupně konvertovány.

IC	popis
139	dual 2-to-4 demultiplexer
244	dual 4-bit 3-state noninverting buffer/line driver (!1OE, !2OE))
245	8-bit 3-state noninverting bus transceiver (DIR, !EN)
273	8-bit D flip-flop with reset (!RST, CLK)
373	8-bit 3-state transparent latch (!OE, LE)
374	8-bit 3-state D flip-flop (!OE, CLK)
377	8-bit D flip-flop with clock enable (!CLKEN, CLK)
540	8-bit 3-state inverting buffer/line driver (!OE1, !OE2)
541	8-bit 3-state noninverting buffer/line driver (!OE1, !OE2)
573	8-bit 3-state transparent latch (!OE, LE)
574	8-bit 3-state D flip-flop, latch (CLK, !OE)
575	8-bit 3-state D flip-flop with reset (!RST, !OE, CLK)
576	8-bit 3-state inverting D flip-flop (!OE, CLK)
577	8-bit 3-state inverting D flip-flop with reset (!RST, !OE, CLK)
580	8-bit 3-state inverting transparent latch (!OE, LE)
646	?

Tabulka 16-3. Tabulka obvodů 4000 podle značení

kód CD	kat.	popis	kód SN	links
4000	logic	2x 3-input NOR gate + one Invertor		
4001	logic	4x 2-input NOR gate		
4002	logic	2x 4-input NOR gate		
4011	logic	4x 2-input NAND gate		
4013	flip-flop	2x klopný obvod D		
4028	decoder	Dekodér 1 z 10		
4029	counter	čtyřbitový/dekadický synchronní vratný čítač s nastavením		
4049	buffer	6x NOT, CMOS to TTL		
4050	buffer	6x Buffer, CMOS to TTL		
4077	logic	4x 2-input XNOR gate		

kód CD	kat.	popis	kód SN	links
4093	logic	4x 2-input NAND gate Schmitt		

* *Následující sekce popisují jednotlivé kategorie obvodů. V sekcích pak mohou být další informace a popisy konkrétních obvodů dané kategorie. Rovněž je možno obvody v sekcích dále dělit. U popisu každého obvodu se nachází* `<?db ?>` *věta. Informace z této věty jsou pak využity při vytváření různých souhrnných a přehledových tabulek.*

Čipy k prozkoumání:

- CD4060 / 74HC4060[10] oscilátor a 14 stupňový asynchronní čítač
-

16.1. Řady/rodiny logických obvodů

Odkazy:

- STANDARD LOGIC[11]
- Logic Family Choices[12]
- About TTL Logic families[13]
-

Tabulka 16-4. Přehled řad/rodin logických obvodů

rodina	název	popis
TTL		5V
S	Shottky Logic	5V
AS		5V
L		5V
LS	Low Power Schottky Logic	5V
ALS		5V
CDS Default	Cadence Design Systems CMOS Default	5V
C	CMOS	5V
AC	Advnaced CMOS Logic, inputs CMOS compatible	5V
ACT	Advnaced CMOS Logic, inputs TTL compatible	5V
ACTQ	Advnaced CMOS Logic	5V
AHC	Advnaced High Speed CMOS Logic	5V, 3.3V
AHCT	Advnaced High Speed CMOS Logic	5V, 3.3V
HC	High Speed CMOS Logic	5V
HCT	High Speed CMOS Logic	5V
VHC		5V
ABT	Advanced BiCMOS Technology	5V
ALVC	Advanced Low Voltage CMOS Technology	3.3V
ALVCH	Advanced Low Voltage CMOS Technology	3.3V

rodina	název	popis
ALVT	Advanced Low Voltage CMOS Technology	3.3V
HSTL	High Speed Transceiver Logic	3.3V
LV/LVC	Low Voltage CMOS Logic	3.3V
ALB	Advanced Low Voltage BiCMOS Technology	2.5V

Tabulka 16-5. Vybrané parametry vybraných rodin

rodina	t_{pd} [ns]	f_{clk} [MHz]	V_{supply} [V]
CMOS @10V	30	5	3-18
CMOS @5V	50	2	3-18
AC	3	125	2-6
ACT	3	125	4.6-5.5
HC	9	30	2-6
HCT	9	30	4.6-5.5
AS	2	105	4.5-5.5
F	3.5	100	4.75-5.25
ALS	4	34	4.5-5.5
LS	10	25	4.75-5.25

4000 Series CMOS Technolog

16.1.1. Propojení obvodů s odlišným napětím

Odkazy:

- Bidirectional I²C Level Shifter — Elektor Electronics, rok 2005, číslo 7-8, strana 64[14]
- Philips Semiconductors Application Note AN97055[15]
-
-
-

16.2. Zesilovače, převodníky úrovní

Odkazy:

- 16.3.1
- 16.3.2
-

Tyto obvody slouží jako rozhraní k „jiné“ elektronice než je vlastní řada obvodu. Jedná se například o budiče displejů o vyšším napětí (například 7407), případně o budiče pro připojení k jiné technologické řadě obvodů (např **FIXME:**).

16.2.1. 74HC126, 74HC125 Quad buffer/line driver 3-state

* *Attributy:*

Tento obvod obsahue čtveřici hradel-zesilovačů s třístavovým výstupem. Každé hradlo má vlastní řízení třístavového výstupu. Obvody 125 a 126 sse liší jen polaritou signálů přepínajících výstupy hradel do třetího stavu.

16.2.2. 4049 CMOS to TTL invertor

* *Attributy: id="cd4049"*

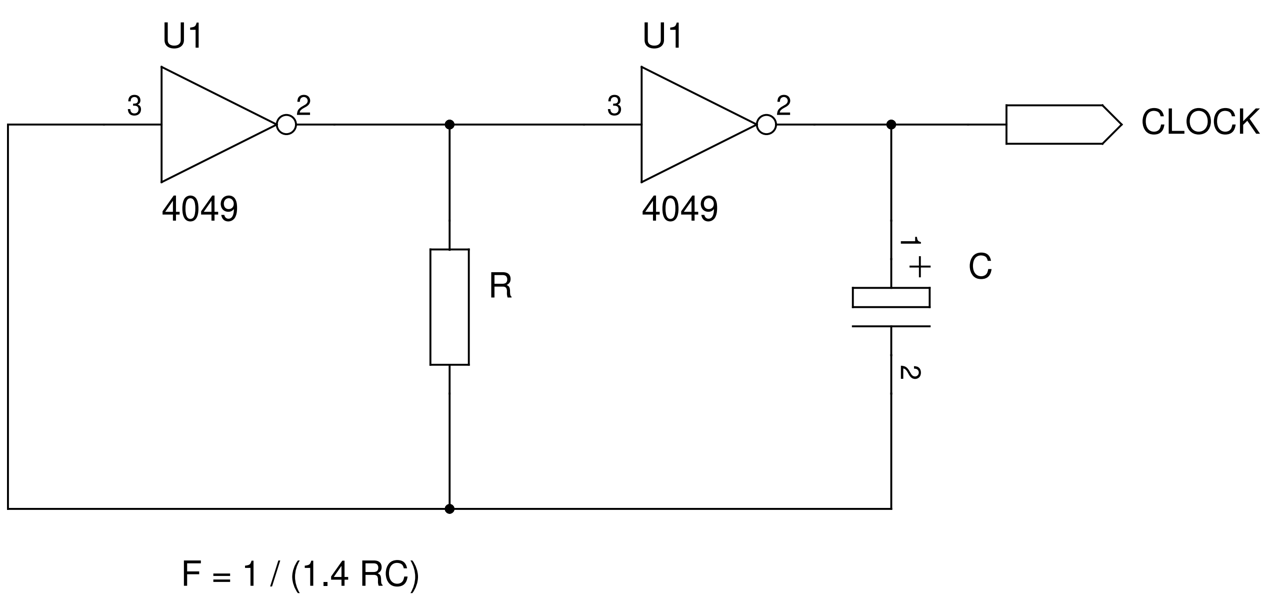
Obvod je možno použít jako invertor který snese větší zátěž (nutno konzulovat datasheet) nebo jako oddělovací invertor pro převod signálu z CMOS do TTL. Pro zvýšení zátěže je možno invertory řadit pralelně.

Obrázek 16-1. 4049 invertujcí oddělovač CMOS-TTL

```
     +---\/---+
Vcc -| 1   16 |- nc
 Y1 -| 2   15 |- Y6
 A1 -| 3   14 |- A6
 Y2 -| 4   13 |- nc
 A2 -| 5   12 |- Y5
 Y3 -| 6   11 |- A5
 A3 -| 7   10 |- Y4
GND -| 8    9 |- A4
     +--------+
```

* *Simple Pulse Generator circuit by CD4049*[16]
* *IC 4049 Clock Pulse Generator*[17]

Obrázek 16-2. RC Oscilátor s CD4049



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

Uvedený oscilátor dává výstupní kmitočet podle vzorce.

F = 1 / (1.4 * R * C)

R cca 100K, C 0.01 až 10 μF.

16.2.3. CD4050 CMOS to TTL buffer

* ***Attributy:*** *id="cd4050"*

Odkazy:

- ST7565 LCDs: Graphical LCDs![18]
-
-
-

Obvod 4050 obsahuje šestici neivertujících zesilovačů, konstruovaných jako převodníky napěťových úrovní CMOS⟶TTL. Napájení obvodu musí být zapojené na stejné napětí jako jsou logické obvody připojené k výstupům tohoto obvodu. Obvod můžeme použít i k převodu signálů z 5V logiky na 3.3V logiku.

16.3. Logické obvody / hradla

Odkazy:

- 12.1
- Logic gate[19] na Wikipedii

Jedním ze základních logických hradel a současně i prvním členem řady obvodů 7400 je obvod s označením 7400. Jedná se o čtvěřici dvouvstupových hradel NAND.

Dalším obvodem je šestice inventorů v pouzdře 7404.

Řada z výše uvedených obvodů existuje v provedení s výstupem s otevřeným kolektorem Jedná se například ale nejen o obvody 7401, 7405, ...

16.3.1. Zesilovač / buffer / hradlo YES

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.yes"*

Odkazy:

- 12.1.1
- 16.2
- 16.3.2

Obvod 7407 obsahuje šestici zesilovačů s otevřeným kolektorem schopným spínant napětí do 30V.

16.3.2. Invertor NOT (7404, 05, 06, 14, 16, 17, 19)

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.not"*

Odkazy:

- 12.1.2

Obvod 7404 obsahuje 6 invertorů.

Obvod 7405 obsahuje 6 invertorů s výstupy s otevřeným kolektorem.

Obvod 7414 obsahuje šestici invertorů se schmittovým klopným obvodem.

Obrázek 16-3. 7404, 7414 NOT

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 Y1 -| 2   13 |- A6
 A2 -| 3   12 |- Y6
 Y2 -| 4   11 |- A5
 A3 -| 5   10 |- Y5
 Y3 -| 6    9 |- A4
GND -| 7    8 |- Y4
     +--------+
```

16.3.3. Hradla AND (7408, 7409, 7411, 7415)

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.and"*

Odkazy:

- 12.1.3

Obrázek 16-4. 7408, 7409 AND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- B4
 Y1 -| 3   12 |- A4
 A2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

Trojice třívstupových hradel AND

Obrázek 16-5. 7411, 7415 3x 3input AND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- C1
 A2 -| 3   12 |- Y1
 B2 -| 4   11 |- C3
 C2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

16.3.4. Hradla NAND (00, 01, 03, 10, 12, 13, 18, 20, 30, 37, 38, 40, 4011)

Odkazy:

- 12.1.5
-

* *Obrázek zapojení vývodů obvodu v pouzdře DIL.*

Obrázek 16-6. 7400, 7401, 7403, 7424 NAND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- B4
 Y1 -| 3   12 |- A4
 A2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

Trojice třívstupových hradel NAND

Obrázek 16-7. 7410, 7412 3x 3-input NAND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- C1
 A1 -| 3   12 |- Y1
 B2 -| 4   11 |- C3
 C2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

7413 — Dvojice čtyřvstupových hradel NAND se Schmitovým klopným obvodem

7420 — Dvojice čtyřvstupových hradel NAND.

Obrázek 16-8. 7413, 7420 2x 4-input NAND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- D2
 nc -| 3   12 |- C2
 C1 -| 4   11 |- nc
 D1 -| 5   10 |- B2
 Y1 -| 6    9 |- A2
GND -| 7    8 |- Y2
     +--------+
```

Obrázek 16-9. 7430 8-input NAND

```
     +---\/---+
  A -| 1   14 |- Vcc
  B -| 2   13 |- nc
  C -| 3   12 |- H
  D -| 4   11 |- G
  E -| 5   10 |- nc
  F -| 6    9 |- nc
GND -| 7    8 |- Y
     +--------+
```

Integrovaný obvod CD4011 obsahuje čtveřici dvouvstupových hradel NAND, stejně jako obvod CD4093. CD4093 jsou ovšem hradla se Schmittovými klopnými obvody. Zapojení pozder je stejné viz obrázek.

Obrázek 16-10. 4011,4093 — 4* 2-input NAND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- A4
 Y1 -| 3   12 |- B4
 Y2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- Y3
 A2 -| 6    9 |- B3
GND -| 7    8 |- A3
     +--------+
```

16.3.5. Hradla OR (7432)

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.or"*

16.3.6. Hradla NOR (7402, 4000, 4001, 4002, 4025, 4078)

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.nor"*

Obrázek 16-11. 7402 NOR

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- B4
 Y1 -| 3   12 |- A4
 A2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

Obvod 4000 obsahuje dvě nezávislá třívstupová hradla NOR a jeden invertor.

Obrázek 16-12. 4000 NOR

```
     +---\/---+
 NC -| 1   14 |- Vcc
 NC -| 2   13 |- C2
 A1 -| 3   12 |- B2
 B1 -| 4   11 |- A2
 C1 -| 5   10 |- Y2
 Y1 -| 6    9 |- !X
GND -| 7    8 |- X
     +--------+
```

Obvod 4001 obsahuje čtyři nezávislá dvouvstupová hradla NOR.

Obrázek 16-13. 4001 NOR

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- A4
 Y1 -| 3   12 |- B4
 Y2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- Y3
 A2 -| 6    9 |- B3
GND -| 7    8 |- A3
     +--------+
```

Obvod 4002 obsahuje dvě nezávislá čtyřvstupová hradla NOR.

Obrázek 16-14. 4001 NOR

```
     +---\/---+
 Y1 -| 1   14 |- Vcc
 A1 -| 2   13 |- Y2
 B1 -| 3   12 |- A2
 C1 -| 4   11 |- B2
 D1 -| 5   10 |- C2
 NC -| 6    9 |- D2
GND -| 7    8 |- NC
     +--------+
```

16.3.7. Hradla XOR

* ***Attributy:*** *id="ic.logic.xor"*

Odkazy:

- 12.1.7

Exclusivní součet. K dispozici jsou čtveřice dvouvstupových hradel v obvodu 7486 a hradla s otevřeným kolektorem na výsupu 74136.

Obrázek 16-15. 7486, 74136 XOR

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- B4
 Y1 -| 3   12 |- A4
 A2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

16.3.8. Hradla XNOR

* *Attributy: "ic.logic.xnor"*

Negace exkluzivního součtu. K dispozici jsou čtveřice dvouvstupových hradel v obvodu 4077.

Obrázek 16-16. 74266, 747266 XNOR

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- B4
 Y1 -| 3   12 |- A4
 A2 -| 4   11 |- Y4
 B2 -| 5   10 |- B3
 Y2 -| 6    9 |- A3
GND -| 7    8 |- Y3
     +--------+
```

16.3.9. AND-OR-INVERT (50, 51, 53, 54)

*

Dvojtý logický člen AND-OR-INVERT s jednou rozšířenou sekcí

Obrázek 16-17. 7450 2x AND-OR-INVERT-EXPAND

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 A2 -| 2   13 |- B1
 B2 -| 3   12 |- K
 C2 -| 4   11 |- E
 D2 -| 5   10 |- D1
 Y2 -| 6    9 |- C1
GND -| 7    8 |- Y1
     +--------+
```

Obrázek 16-18. 7451 2x AND-OR-INVERT

```
     +---\/---+
 A2 -| 1   14 |- Vcc
 A1 -| 2   13 |- B2
 B1 -| 3   12 |-
 C1 -| 4   11 |-
 D1 -| 5   10 |- D2
 Y1 -| 6    9 |- C2
GND -| 7    8 |- Y2
     +--------+
```

Obrázek 16-19. 7453 1x AND-OR-INVERT-EXPAND

```
     +---\/---+
  A -| 1   14 |- Vcc
  C -| 2   13 |- B
  D -| 3   12 |- K(!X)
  E -| 4   11 |- E(X)
  F -| 5   10 |- H
    -| 6    9 |- G
GND -| 7    8 |- Y
     +--------+
```

Obrázek 16-20. 7454 1x AND-OR-INVERT

```
     +---\/---+
  A -| 1   14 |- Vcc
  C -| 2   13 |- B
  D -| 3   12 |-
  E -| 4   11 |-
  F -| 5   10 |- H
    -| 6    9 |- G
GND -| 7    8 |- Y
     +--------+
```

Obvod 7460 je expander pro obvody 7450, 7453

Obrázek 16-21. 7460 2x AND-EXPANDER

```
     +---\/---+
 A1 -| 1   14 |- Vcc
 B1 -| 2   13 |- D1
 C1 -| 3   12 |- K1(!X1)
 A2 -| 4   11 |- E1(X1)
 B2 -| 5   10 |- E2(X2)
 C2 -| 6    9 |- K2(!X2)
GND -| 7    8 |- D2
     +--------+
```

16.4. Dekodéry

*

16.4.1. Dekodér BCD na 1 z 10 (42, 141, 4028)

* *Attributy: id="ic.decoder.bcd"*

Obrázek 16-22. 7442 Dekodér BCD na 1 z 10

```
     +---\/---+
  0 -| 1   16 |- Vcc
  1 -| 2   15 |- A
  2 -| 3   14 |- B
  3 -| 4   13 |- C
  4 -| 5   12 |- D
  5 -| 6   11 |- 9
  6 -| 7   10 |- 8
GND -| 8    9 |- 7
     +--------+
```

Obrázek 16-23. 74141 Dekodér BCD na 1 z 10 pro digitrony

```
     +---\/---+
  8 -| 1   16 |- 0
  9 -| 2   15 |- 1
  A -| 3   14 |- 5
  D -| 4   13 |- 4
Vcc -| 5   12 |- GND
  B -| 6   11 |- 6
  C -| 7   10 |- 7
  2 -| 8    9 |- 3
     +--------+
```

Obrázek 16-24. 4028 Dekodér BCD na 1 z 10

```
     +---\/---+
 Q4 -| 1   16 |- Vcc
 Q2 -| 2   15 |- Q3
 Q0 -| 3   14 |- Q1
 Q7 -| 4   13 |- A1
 Q9 -| 5   12 |- A2
 Q5 -| 6   11 |- A3
 Q6 -| 7   10 |- A0
GND -| 8    9 |- Q8
     +--------+
```

16.4.2. Multiplexer

*

Obrázek 16-25. Šestnáctikanálový multiplexer 74150

```
     +----+  +----+
  7 -| 1  +--+ 24 | Vcc
  6 -| 2       23 |- 8
  5 -| 3       22 |- 9
  4 -| 4       21 |- 10
  3 -| 5       20 |- 11
  2 -| 6       19 |- 12
  1 -| 7       18 |- 13
  0 -| 8       17 |- 14
  S -| 9       16 |- 15
  W -|10       15 |- A
  D -|11       14 |- B
GND -|12       13 |- C
     +------------+
```

Obrázek 16-26. Osmikanálový multiplexer 74151

```
     +---\/---+
 D3 -| 1   16 |- Vcc
 D2 -| 2   15 |- D4
 D1 -| 3   14 |- D5
 D0 -| 4   13 |- D6
  Y -| 5   12 |- D7
  W -| 6   11 |- A
  S -| 7   10 |- B
GND -| 8    9 |- C
     +--------+
```

16.4.3. Demultiplexer

*

Obrázek 16-27. Šestnáctikanálový demultiplexer 74154

```
     +----+  +----+
  0 -| 1  +--+ 24 | Vcc
  1 -| 2       23 |- A
  2 -| 3       22 |- B
  3 -| 4       21 |- C
  4 -| 5       20 |- D
  5 -| 6       19 |- G2
  6 -| 7       18 |- G1
  7 -| 8       17 |- 15
  8 -| 9       16 |- 14
  9 -|10       15 |- 13
 10 -|11       14 |- 12
GND -|12       13 |- 11
     +------------+
```

16.5. Klopné obvody

*

V této čísti popisuji různé druhy jednoduchých klopných obvodů.

16.5.1. Klopné obvody RS

* ***Attributy:*** *id="ic.ff.rs"*

16.5.2. Klopné obvody D (75)

* *Klopné obvody D (74,75)*

Obvod 7474 obsahuje dva nezávislé klopné obvody D.

Obrázek 16-28. 7474 2x D-FlipFlop s nulováním a nastavením

```
     +---\/---+
!R1 -| 1   14 |- Vcc
 D1 -| 2   13 |- !R2
CP1 -| 3   12 |- D2
!S1 -| 4   11 |- CP2
 Q1 -| 5   10 |- !S2
!Q1 -| 6    9 |- Q2
GND -| 7    8 |- !Q2
     +--------+
```

Obvod 7475 obsahuje dva čtyři klopné obvody D. Vždy dva a dva mají společný hodinový vstup.

Obrázek 16-29. 7475 4x D-FlipFlop

```
     +---\/---+
!Q0 -| 1   16 |- Q0
 D0 -| 2   15 |- Q1
 D1 -| 3   14 |- !Q1
 E2 -| 4   13 |- E1
Vcc -| 5   12 |- GND
 D2 -| 6   11 |- !Q2
 D3 -| 7   10 |- Q2
!Q3 -| 8    9 |- Q3
     +--------+
```

Obvod 4013 obsahuje dva nezávislé klopné obvody typu D s nastavením a nulováním.

Obrázek 16-30. 4013 2* D-FlipFlop s RS

```
     +---\/---+
 Q1 -| 1   14 |- Vcc
!Q1 -| 2   13 |- Q2
CL1 -| 3   12 |- !Q2
 R1 -| 4   11 |- CL2
 D1 -| 5   10 |- R2
 S1 -| 6    9 |- D2
```

```
GND -| 7    8 |- S2
     +--------+
```

Tabulka 16-6. Pravdivostní tablulka klopného obvodu D v IO CD4013

CL	D	R	S	Q	!Q	komentář
↑	L	L	L	L	H	
↑	H	L	L	H	L	
↓	X	L	L	Q	!Q	
X	X	H	L	L	H	reset — mazání
X	X	L	H	H	L	set — nastavení
X	X	H	H	H	H	zakázaná kombinace

16.5.3. Klopné obvody JK (70,71,72,73,76,78, 4013)

*

Obvod 7470 obsahuje jeden klopný obvody typu J-K s nastavením a nulováním. Vstupy J a K jsou vícenásobné, spojené v logickém součinu (J = J1 ∧ J2 ∧ !J3).

Obrázek 16-31. 7470 J-K FlipFlop s RS

```
     +---\/---+
 NC -| 1   14 |- Vcc
 !R -| 2   13 |- !S
 J1 -| 3   12 |- CP
 J2 -| 4   11 |- K2
!J3 -| 5   10 |- K1
 !Q -| 6    9 |- !K3
GND -| 7    8 |- Q
     +--------+
```

Obvod 7471 obsahuje jeden klopný obvody typu J-K s nastavením a nulováním. Vstupy J a K jsou vícenásobné, spojené v součtu logických součinů AND-OR (J = (J1 ∧ J2) ∨ (J3 ∧ J4)).

Obrázek 16-32. 7471 J-K FlipFlop s RS

```
     +---\/---+
 J1 -| 1   14 |- Vcc
 J2 -| 2   13 |- !CP
 J3 -| 3   12 |- K4
 J4 -| 4   11 |- K3
 !S -| 5   10 |- K2
  Q -| 6    9 |- K1
GND -| 7    8 |- Q
     +--------+
```

Obrázek 16-33. 7472 JK FlipFlop

```
         +---\/---+
    nc -| 1   14 |- Vcc
     R -| 2   13 |- S
    J1 -| 3   12 |- CL
    J2 -| 4   11 |- K3
    J3 -| 5   10 |- K2
    !Q -| 6    9 |- K1
   GND -| 7    8 |- Q
         +--------+
```

16.5.3.1. 7473

*

```
         +---\/---+
   CP1 -| 1   14 |- J1
   !R1 -| 2   13 |- !Q1
    K1 -| 3   12 |- Q1
   Vcc -| 4   11 |- GND
   CP2 -| 5   10 |- K2
   !R2 -| 6    9 |- Q2
    J2 -| 7    8 |- !Q2
         +--------+
```

16.5.3.2. 7476

*

16.5.4. Monostabilní klopné obvody (122,123)

* ***Attributy:*** *id="ic.ff.monostable"*

Obvod 74123 obsahuje dvojici monostabilních klopných obvodů.

Obvod 74122 obsahuje jeden monostabilní klopný obvod.

16.6. Čítače

*

16.6.1. Desítkový čítač (90)

*

Obrázek 16-34. 7490 desítkový čítač s nulováním a nastavením

```
      +---\/---+
!CP2 -| 1   14 |- !CP1
 MR1 -| 2   13 |-
 MR2 -| 3   12 |- Q0
     -| 4   11 |- Q3
 Vcc -| 5   10 |- GND
 MS1 -| 6    9 |- Q1
 MS2 -| 7    8 |- Q2
      +--------+
```

Obrázek 16-35. dekadický synchronní vratný čítač (74192)

```
     +---\/---+
  B -| 1   16 |- Vcc
 Qb -| 2   15 |- A
 Qa -| 3   14 |- B
 CD -| 4   13 |- BO
 CU -| 5   12 |- CA
 Qc -| 6   11 |- L
 Qd -| 7   10 |- C
GND -| 8    9 |- D
     +--------+
```

16.6.2. Čtyřbitový čítač (93, 193, 4029)

*

Obrázek 16-36. 7493 čtyřbitový čítač s nulováním

```
      +---\/---+
!CP2 -| 1   14 |- !CP1
 MR1 -| 2   13 |-
 MR2 -| 3   12 |- Q0
     -| 4   11 |- Q3
 Vcc -| 5   10 |- GND
     -| 6    9 |- Q1
     -| 7    8 |- Q2
      +--------+
```

Obrázek 16-37. čtyřbitový synchronní vratný čítač (74193)

```
     +---\/---+
  B -| 1   16 |- Vcc
 Qb -| 2   15 |- A
 Qa -| 3   14 |- B
 CD -| 4   13 |- BO
 CU -| 5   12 |- CA
 Qc -| 6   11 |- L
 Qd -| 7   10 |- C
GND -| 8    9 |- D
     +--------+
```

Obrázek 16-38. čtyřbitový synchronní vratný čítač (4029)

```
     +---\/---+
 PL -| 1   16 |- Vcc
 Q3 -| 2   15 |- CP
 P3 -| 3   14 |- Q2
 P0 -| 4   13 |- P2
!CE -| 5   12 |- P1
 Q0 -| 6   11 |- Q1
!TC -| 7   10 |- UP/!DN
GND -| 8    9 |- BIN/DEC
     +--------+
```

16.6.3.

*

16.7. Posuvné registry

*

16.7.1. 5bit posuvný registr (96)

*

Obrázek 16-39. 5bit posuvný registr (7496)

```
     +---\/---+
 CP -| 1   16 |- !MR
 D0 -| 2   15 |- Q0
 D1 -| 3   14 |- Q1
 D2 -| 4   13 |- Q2
Vcc -| 5   12 |- GND
 D3 -| 6   11 |- Q3
 D4 -| 7   10 |- Q4
 PE -| 8    9 |- DS
     +--------+
```

16.7.2. 8bit posuvné registry (164,165,595)

*

Obrázek 16-40. 8bit posuvný registr (74164)

```
     +---\/---+
  A -| 1   14 |- Vcc
  B -| 2   13 |- Q8
 Q1 -| 3   12 |- Q7
 Q2 -| 4   11 |- Q6
 Q3 -| 5   10 |- Q5
```

```
 Q4 -| 6    9 |- R
GND -| 7    8 |- C
     +--------+
```

Obrázek 16-41. 8bit posuvný registr (74165)

```
        +---\/---+
SH/!LD -| 1   16 |- Vcc
   CLK -| 2   15 |- CLK INH
     E -| 3   14 |- D
     F -| 4   13 |- C
     G -| 5   12 |- B
     H -| 6   11 |- A
   !QH -| 7   10 |- SER
   GND -| 8    9 |- QH
        +--------+
```

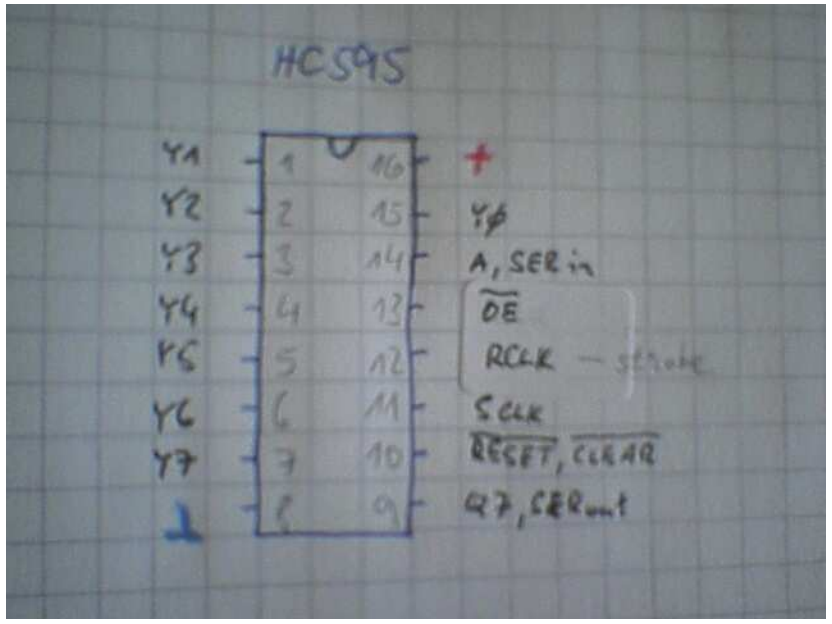
Tabulka 16-7. Funkční tabulka 74165

INPUTS			FUNCTION
SH/!LD	CLK	CLK INH	
L	X	X	Parallel load
H	H	X	No change
H	X	H	No change
H	L	↑	Shift
H	↑	L	Shift

Obrázek 16-42. 74595

```
     +---\/---+
 Y1 -| 1   16 |- Vcc
 Y2 -| 2   15 |- Y0
 Y3 -| 3   14 |- A
 Y4 -| 4   13 |- !OE
 Y5 -| 5   12 |- RCLK
 Y6 -| 6   11 |- SCLK
 Y7 -| 7   10 |- !RST !SCLR
GND -| 8    9 |- Q7
     +--------+
```

Obrázek 16-43. Vývody pouzdra DIL16



Obvod se dá krásně použít například pro rozšíření počtu výstupních vývodu jednočipového mikropočítače.

Odkazy:

- Using shift registers to extend the microcontroller I/O[20]
-

Celková zátěž na všechny výstupy 74HCT595 je v součtu 70mA maximálně. Na jeden výstup je to cca 20-35mA.

Cena TPIC6B595 v roce 2007 cca 1.2€.

SN74HC595N, MM74HC595N, MC74HC595N

16.8. Záchytné registry

Tyto obvody slouží k zapamatování informace a jejímu poskytování. V principu se jedná o klopné obvody typu D.

16.8.1. Obousměrný 8-mi bitový, třístavový záchytný registr

Obvod se vyskytuje ve dovou variantách, neinvertovaný 74543 a invertovaný 74544.

Obrázek 16-44. 74543, 74544

```
       +----+  +----+
!LEBA -|  1 +--+ 24 |- Vcc
 !GBA -|  2      23 |- !CEBA
   A1 -|  3      22 |- B1
   A2 -|  4      21 |- B2
   A3 -|  5      20 |- B3
   A4 -|  6      19 |- B4
```

```
   A5 -|  7      18 |- B5
   A6 -|  8      17 |- B6
   A7 -|  9      16 |- B7
   A8 -| 10      15 |- B8
!CEAB -| 11      14 |- !LEAB
  GND -| 12      13 |- !GAB
       +------------+
```

Poznámka: Obvod 543, 544 je prakticky nesehnatelný a nenašel jsem jej u žádného dodavatele.

16.8.2. Třístavový záchytný osmibitový registr

*

Obrázek 16-45. 74573

```
       +----+  +----+
  !OE -|  1 +--+ 20 |- Vcc
   D0 -|  2      19 |- O0
   D1 -|  3      18 |- O1
   D2 -|  4      17 |- O2
   D3 -|  5      16 |- O3
   D4 -|  6      15 |- O4
   D5 -|  7      14 |- O5
   D6 -|  8      13 |- O6
   D7 -|  9      12 |- O7
  GND -| 10      11 |- LE
       +------------+
```

D_0-D_7

datové vstupy

LE

vstup latch enable aktivní v logické 1

!OE

vstup "3-state output enable", aktivní v logické 0

Q_0-Q_7

třístavové výstupy, aktivují se signálem !OE = 0

16.9.

*

16.10. Zvláštní, nebo zatím nezařazené obvody

16.10.1. VCO 74LS 124,624,625

*

16.10.2. 74147 — priority encoder

16.10.3. LS7222 — keypad programmable digital lock

Poznámky

1. http://www.chipdir.org/
2. http://www.xs4all.nl/~ganswijk/chipdir/
3. http://www.kingswood-consulting.co.uk/giicm/
4. http://www.mil.ufl.edu/3701/pinouts/index.html
5. http://hw.cz/docs/giicm/GIICM.html
6. http://www.capetronics.com/digital_ic_names.htm
7. http://frankshospitalworkshop.com/electronics/ic_7400.html
8. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_7400_series_integrated_circuits
9. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_4000_series_integrated_circuits
10.
11. http://www.avnet.co.za/Semi_log.htm
12. http://www.piclist.com/techref/logic/family.htm
13. http://wiesi.dyndns.org/logic.html
14.
15.
16. http://www.eleccircuit.com/simple-pulse-generator-circuit-by-cd4049/
17. http://www.wiparat.com/ic-4049-clock-pulse-generator/
18. http://www.instructables.com/id/ST7565-LCDs-Graphical-LCDs/
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Logic_gate
20. http://homepages.which.net/~paul.hills/Software/ShiftRegister/ShiftRegisterBody.html

Kapitola 17. Obvody pro MCU

*

17.1. Paměti

*

17.1.1. SRAM 32KB

*

Obrázek 17-1. Zapojení pouzdra DIL32 paměti 62256

```
      +----+  +----+
 A14 -| 1  +--+  28|- Vcc
 A12 -| 2        27|- !WE
  A7 -| 3        26|- A13
  A6 -| 4        25|- A8
  A5 -| 5        24|- A9
  A4 -| 6        23|- A11
  A3 -| 7        22|- !OE
  A2 -| 8        21|- A10
  A1 -| 9        20|- !CS
  A0 -|10        19|- D7
  D0 -|11        18|- D6
  D1 -|12        17|- D5
  D2 -|13        16|- D4
 GND -|14        15|- D3
      +------------+
```

17.2. MMU

17.2.1. SN74610 - 613

*

Odkazy:

- 74LS612 - MMU[1]
-
-
-

Obvody SN74LS610,611,612 a 613 mají speciální použití jako MMU (*Memory Management Unit*) pro počítače. Obsahují paměť o celkové kapacitě 16 slov, každé 12 bitů velké.

Obrázek 17-2.

```
          +-----+  +-----+
     RS2 -|  1  +--+  40 |- Vcc
     MA3 -|  2        39 |- MA2
     RS3 -|  3        38 |- RS1
     !CS -|  4        37 |- MA1
 !STROBE -|  5        36 |- RS0
    R/!W -|  6        35 |- MA0
      D0 -|  7        34 |- D11
      D1 -|  8        33 |- D10
      D2 -|  9        32 |- D9
      D3 -| 10        31 |- D8
      D4 -| 11        30 |- D7
      D5 -| 12        29 |- D6
     !MM -| 13        28 |- C (NC)
     MO0 -| 14        27 |- MO11
     MO1 -| 15        26 |- MO10
     MO2 -| 16        25 |- MO9
     MO3 -| 17        24 |- MO8
     MO4 -| 18        23 |- MO7
     MO5 -| 19        22 |- MO6
     GND -| 20        21 |- !ME
          +--------------+
```

Tabulka 17-1.

Device	Output Latched	Map Output Type
LS610	Yes	3-State
LS611	Yes	Open-Collector
LS612	No	3-State
LS613	No	Open-Collector

17.3. Obvody reálného času

*

Odkazy:

- PCF8583[2] Clock and calendar with 240*8-bit RAM
-
-
-

17.4. LED Drivers

17.4.1. TLC5940 od Texas Instruments

16 CHANNEL LED DRIVER WITH DOT CORRECTION AND GRAYSCALE PWM CONTROL

Odkazy:

- Review – Texas Instruments TLC5940 16-channel LED driver IC[3]
-

Tendo obvod dokáže řídit 16 LED diod, nebo matici diod se společnou anodu.

Na straně připojení k mikrořadiči se tento obvod jeví jako posuvný registr. Přesněji dva posubné registry, jeden 96 bitů dlouhý a druhý 192 bitů. Rozlišení mezi těmito registry se děje nastavením pinu VPRG. Jako posuvný registr je také kaskádovatelný a můžeme tak zapojít více obvodů za sebe a ovládat je stejně.

Data o jasu LED diod se přenášejí do 192 bitů dolouhého posuvného registru. Pro každou diodu jedno 12-ti bitové slovo. Data se přenášejí jako Big-Endian. Nejvyšší bit (MSB) diody 15 až nejnižší bit (LSB) diody 12 a pokračuje se až k diodě 0.

Další a podobné obvody:

- TLC5952[4] — 24 kanálový budič LED pro 8 RGB LED diod.
-

Tabulka 17-2. Dostupnost TLC5940

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
TLC5940	Farnell 1226306[5]	2010-09-23	103.95 bez DPH	366

Poznámky

1. http://www.baltissen.org/newhtm/74ls612.htm
2.
3. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/07/19/review-—-texas-instruments-tlc5940-16-channel-led-driver ic/
4.

Kapitola 18. Zapojení s digitálními obvody

*

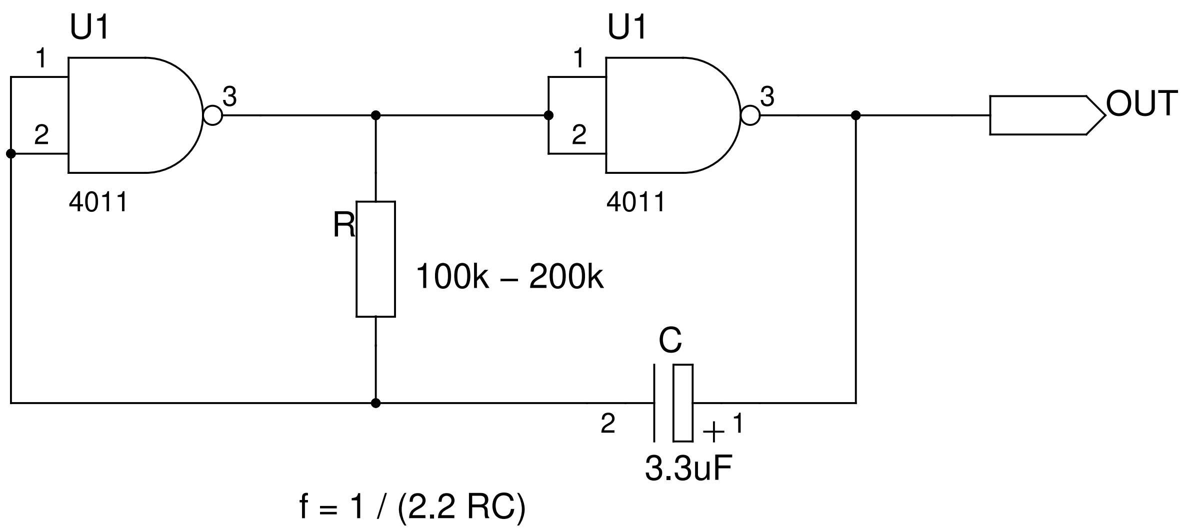
18.1. Oscilátory

*

Odkazy:

- Construct Square Wave Oscillator using CMOS Logic Element[1]
- CMOS Logic Experiments[2]
-

Obrázek 18-1. RC Oscilátor s CD4011



18.2. MMU

*

Odkazy:

- Build your own Memory Management Unit[3]
- Virtual Address space for 6502 Microprocessors[4]
- http://www.sxlist.com/techref/mem/dram/slide3.html
-

18.3. Level Shifter

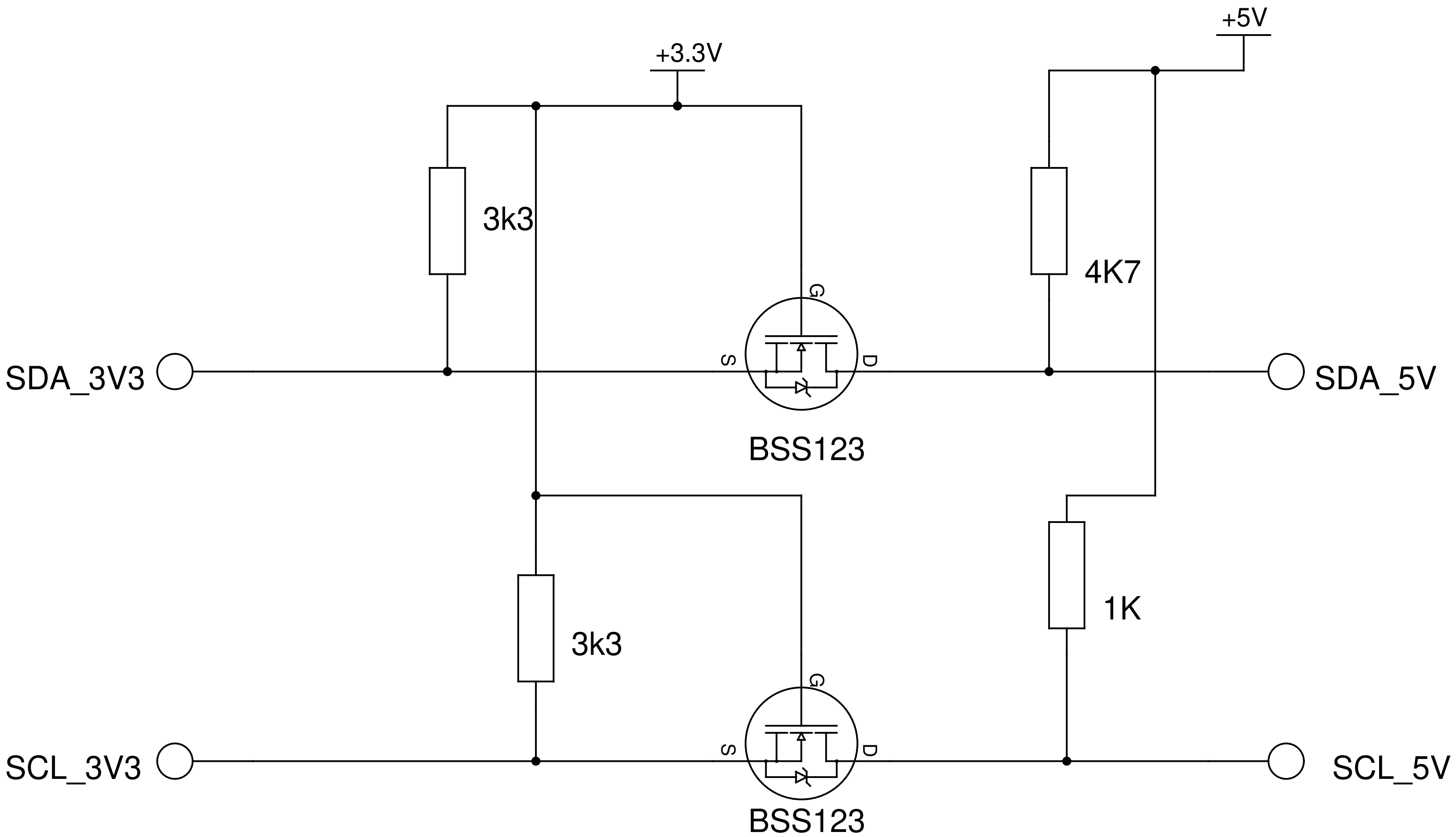
*

Odkazy:

- I2C Mixed-Voltage System[5] na AVR freaks
- NXP[6]
- MAXIM APPLICATION NOTE 3007 Logic-Level Translation[7]

- ADG3304[8]
- breakout board, level-shifter, 3V/5V, 14-pin wide DIP[9]
- Texas Instruments TXB0104[10]

Obrázek 18-2.



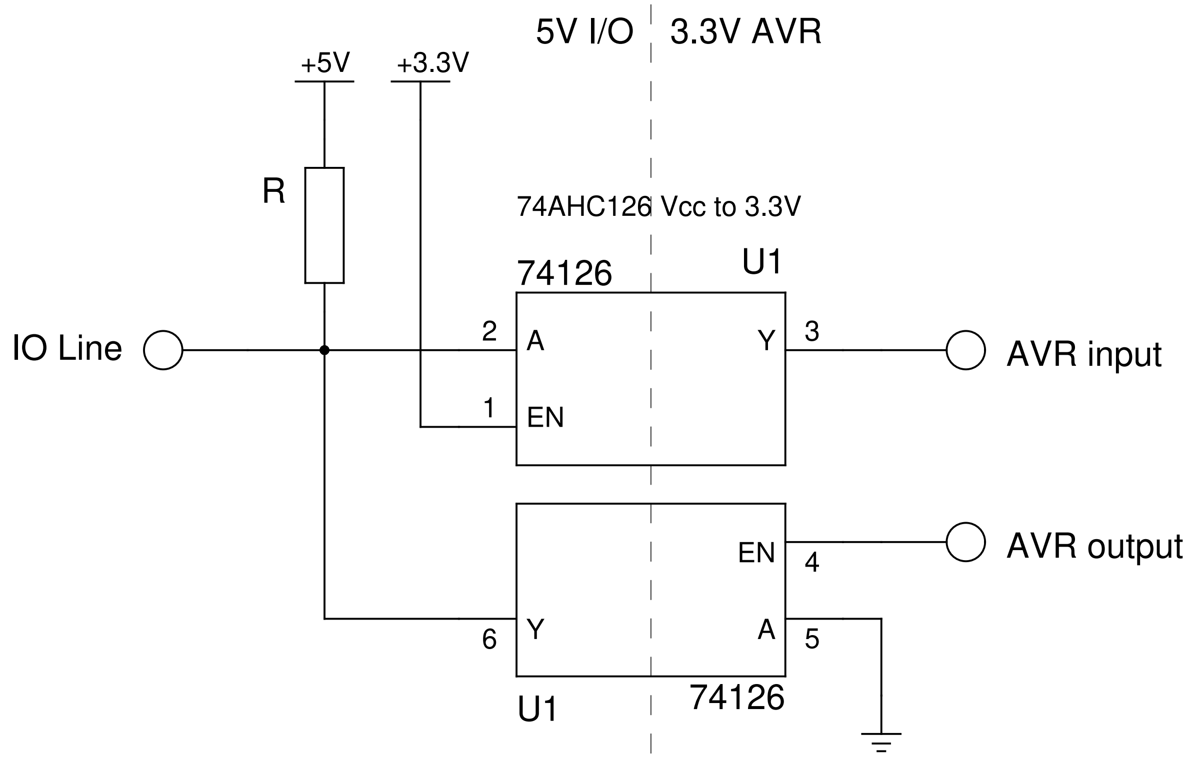
* *gEDA image schematic:I2C_FET_level_shifter.sch: 640×480 EPS, PNG*

Pro podobné účely lze použít obvody MAXIM: MAX3000E, MAX3001E, MAX3002, MAX3003, MAX3004, MAX3005, MAX3006, MAX3007, MAX3008, MAX3009, MAX3010, MAX3011, MAX3012[11]. A možná taky obvody: LM3350 a QS3861.

Obvod: LVCC3245A.

Připojení 5V periferie k 3.3V MCU.

Obrázek 18-3.



* *gEDA image schematic: 5V_IO_to_3V_AVR.sch: 640×480 EPS, PNG*

Na uvedeném schématu je třeba použít obvod 74126 technologie ACT,HCT,AHCT. Důvodem jsou nižší hodnoty V_{IH} (2.0V) a V_T (1.5V). Údaje o napěťových hodnotách mám z Napěťové úrovně logických obvodů[12] ze serveru MCU.CZ.

* *Pro napěťové přizpůsobení/oddělení I²C lze také použít obvod PCA9515.*

* *Pro 5 ⟷ 3.3 V se dá použít obvod 74LVC245.*

* *Re: 3V ⟷ 5V Level shifter[13] When I run into problems of that sort, I usually use one of the buffer/drivers with 5V tolerant I/O. Something like a 74LCX245 would work.*

* *74LVC4245A (5V ⟷ 3.3V)*

Poznámky

1. http://datasheetoo.com/semiconductor-article/construct-square-wave-oscillator-using-cmos-logic-element.html#more-838
2. http://www.qrp.pops.net/cmos1.asp
3. http://www.baltissen.org/newhtm/mmu.htm
4. http://www.6502.org/users/andre/icapos/mmu65.html
5. http://www.avrfreaks.net/index.php?name=PNphpBB2&file=viewtopic&t=38133
6. http://www.nxp.com/news/backgrounders/bg_esc9727/index.html
7. http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/3007
8.

9. http://www.nanocore12.com/products/details/27/4/accessories/breakout-board,-level-shifter,-3v/5v,-14-pin-wide-dip.html
10. http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/txb0104.html
11. http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/3672
12. http://mcu.cz/news.php?extend.2495.3
13. http://www.embeddedrelated.com/usenet/embedded/show/5-1.php

IV. Obvody a zapojení

* ***Attributy:** id="obvody"*

Různá zapojení a obvody.

Odkazy:

- JF1OZL QRP,HAND MADE AMATEUR RADIO,paper model,Boomerang;name:Kazuhiro Sunamura[237]
- Circuits for the Hobbyist[238] VA3AVR
-
-

Poznámky

237. http://www.intio.or.jp/jf10zl/

238. http://www.sentex.ca/~mec1995/circ/circuits.htm

Kapitola 19. Rezonanční obvody

*

19.1. LC obvod

*

Odkazy:

- LC circuit[1] na Wikipedii
-
-
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/LC_circuit

Kapitola 20. Oscilátory

Odkazy:

- The 'Kitsilano' Oscillator Circuit[1]
-
-

Poznámky

1. http://catseye.tc/projects/kitsilano/kitsilano.html

Kapitola 21. Tranzistorové klopné obvody

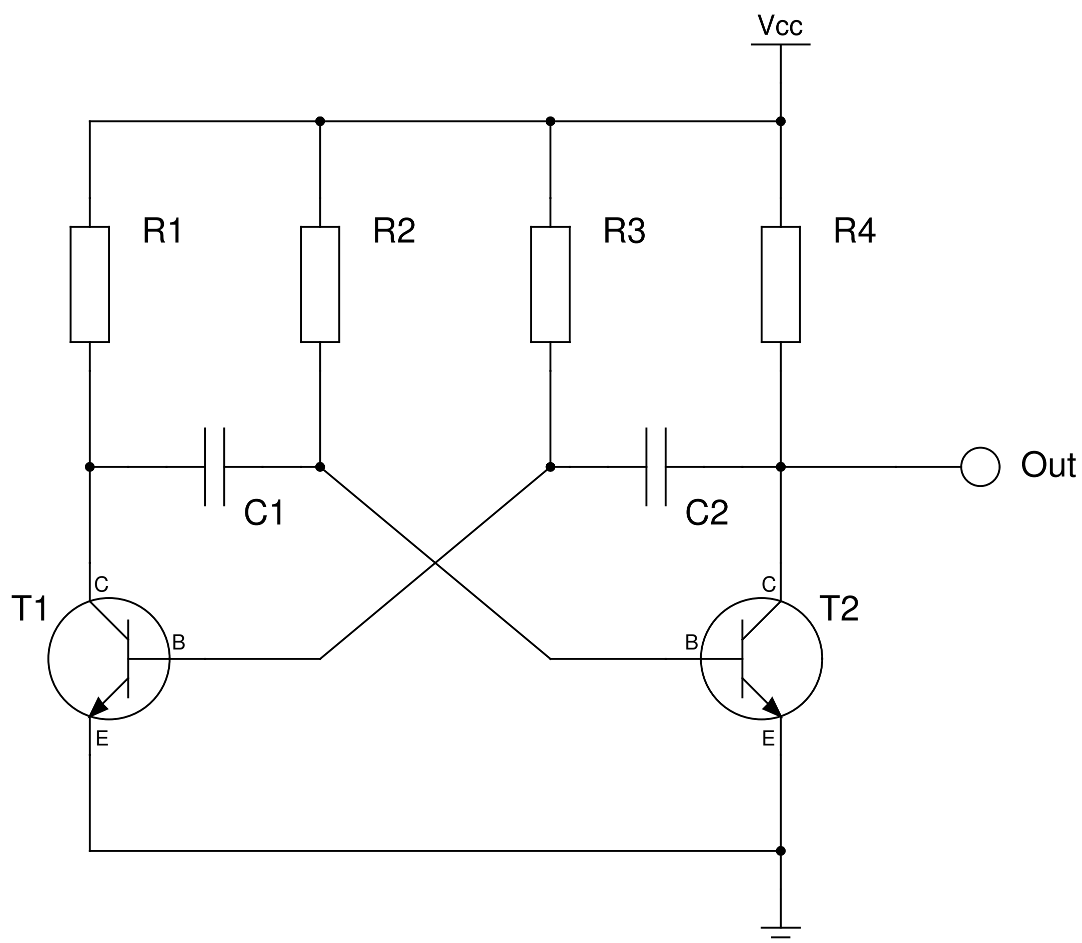
Odkazy:

- AR A/2 z roku 1986 strana 49
- Basic Transistor Circuits[1]

21.1. Astabilní klopný obvod, multivibrátor

Zapojení základních transistorových oscilačních obvodů.

Obrázek 21-1. Tranzistorový multivibrátor



* *multivibrator2.sch, 640x480*

* *Obrázek multivibrátoru například z AR 5/66 strana 18.*

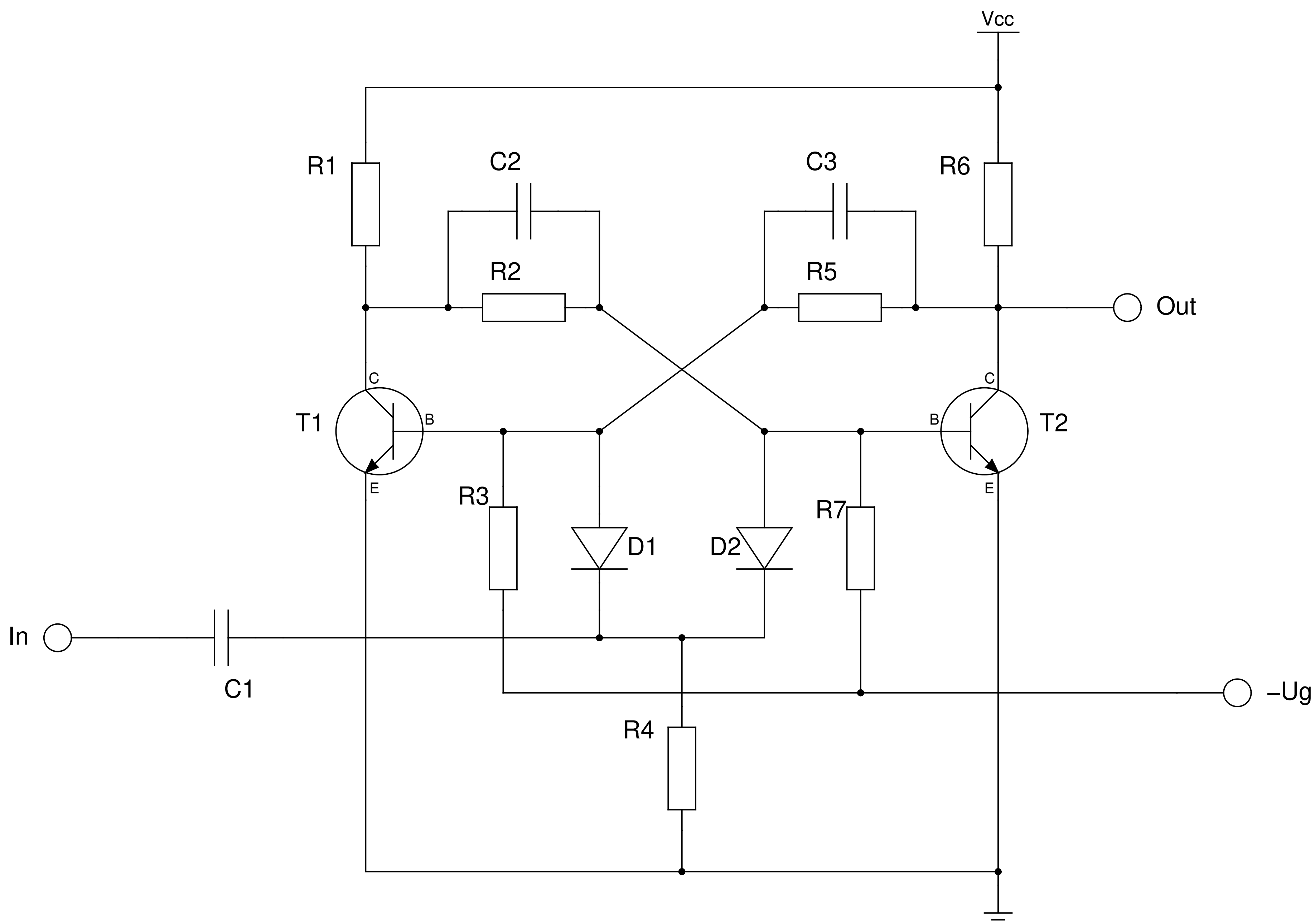
Tento typ multivibrátoru byl v literatuře popsán již mnohokrát.

21.2. Bistabilní klopný obvod / Dělička kmitočtu

Odkazy:

- Bistabilný preklápací obvod [BKO][2] — velmi dobrý popis s teorií
-

Obrázek 21-2. Tranzistorový bistabilní klopný obvod jako dělička kmitočtu

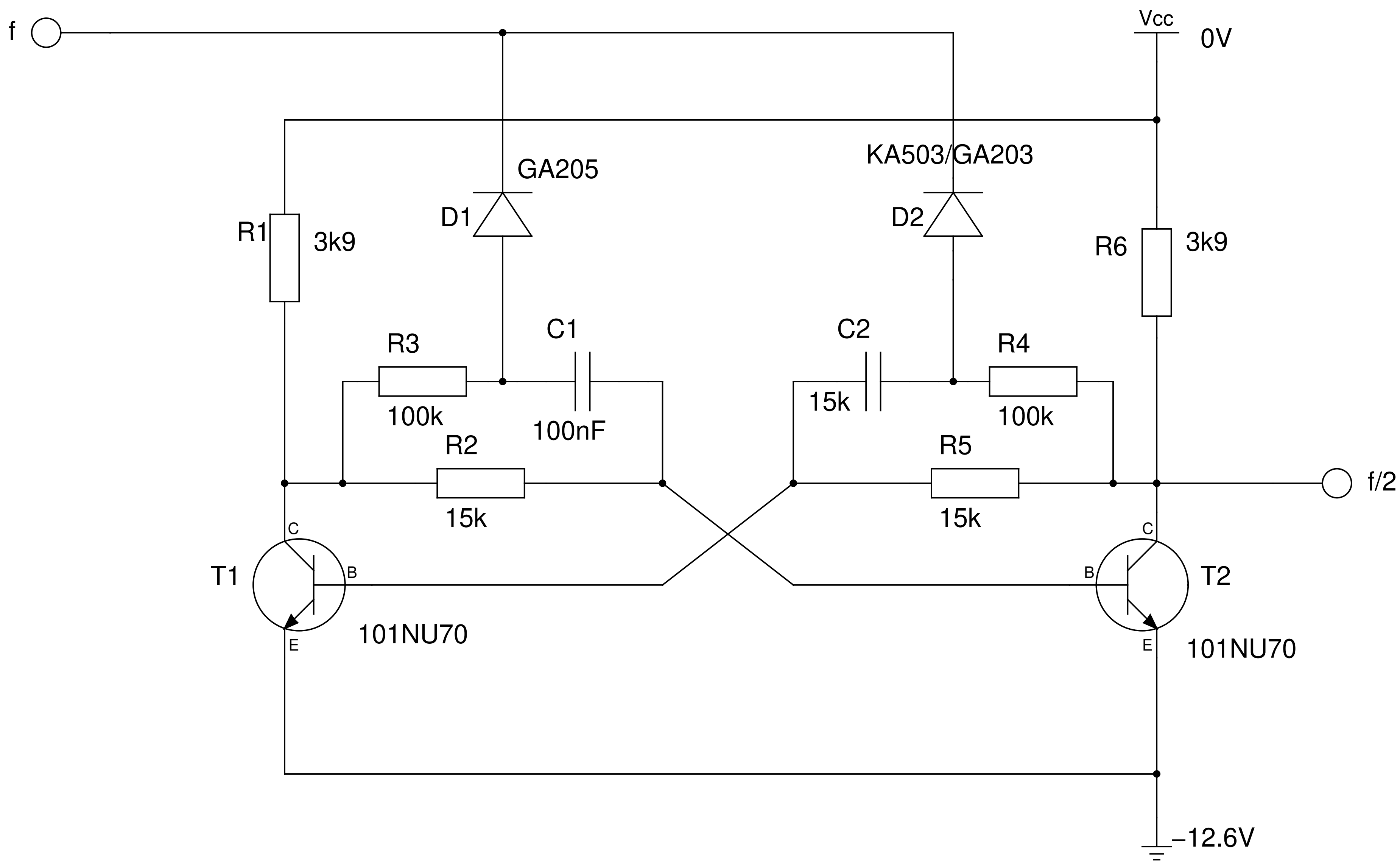


* *delicka-kmitoctu.sch, 640x480*

* *Schéma převzato z AR 5/66 strana 19.*

Další dělička kmitočtu pochází z AR 6/71 strana 212 z článku Elektronické varhany Herlod.

Obrázek 21-3. Delička kmitočtu s germaniovými tranzistory



* *delic-kmitoctu2.sch, 640x480*

Tento dělič je rovněž použit v konstrukci elektronických varhan popsané v RK 6/72 na straně 5.

Další dělič kmitočtu je v konstrukci Elektronické minivarhany od Ing. Eduarda Moravce publikované v AR 1/75 na stranách 15-19.

Jiné zapojení děliče kmitočtu je v AR B 3/77 na straně 89.

* *Překreslit toto zapojení.*

Další varianta tranzistorového děliče kmitočtu je v AR A 5/77 na stran+ 185. V zapojení nejsou použity diody ale kondenzátory.

21.3. RS klopný obvod

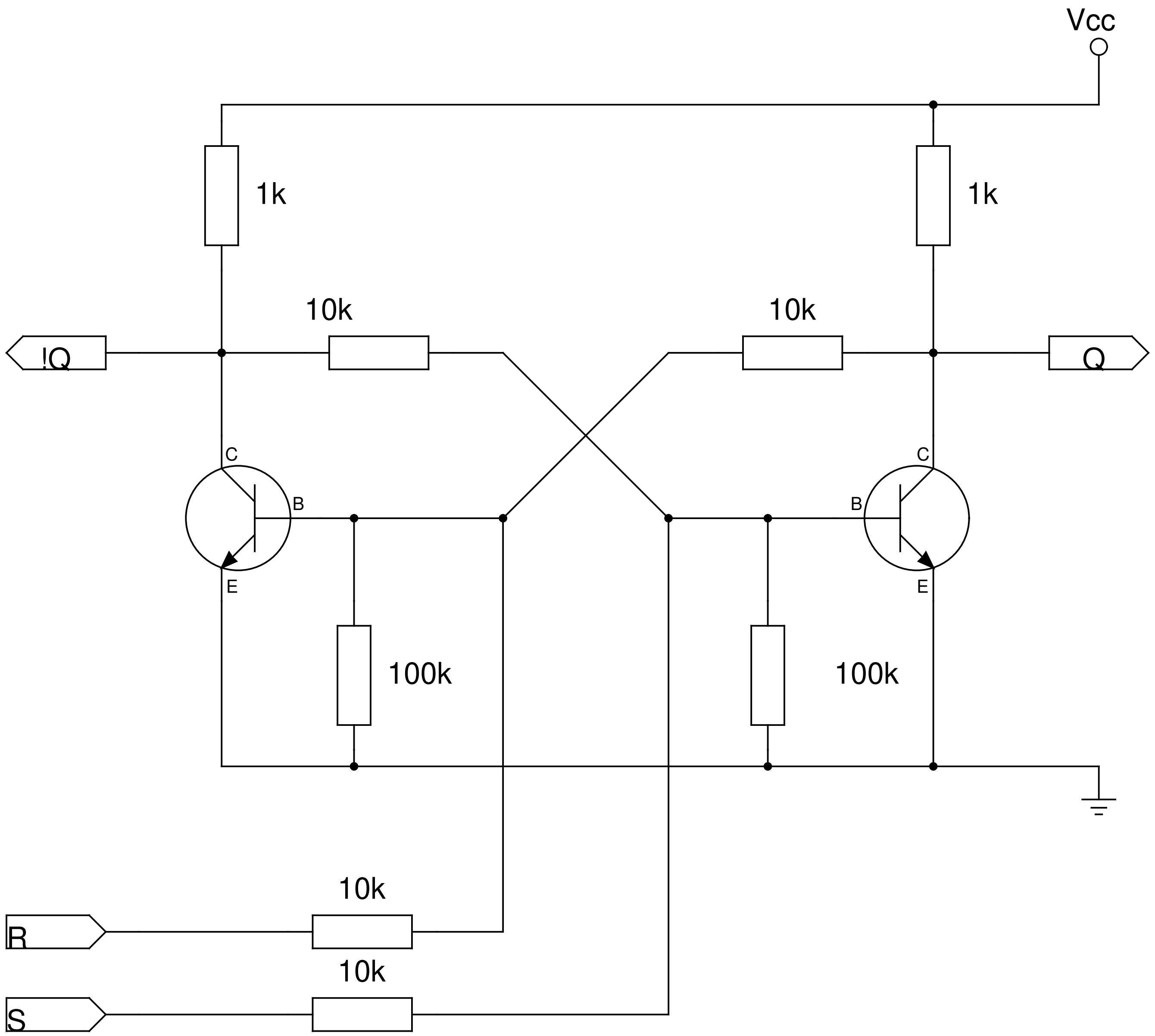
*

Odkazy:

- Na stránce Basic Transistor Circuits[3] v částí RS Flip Flop (RSFF)
-

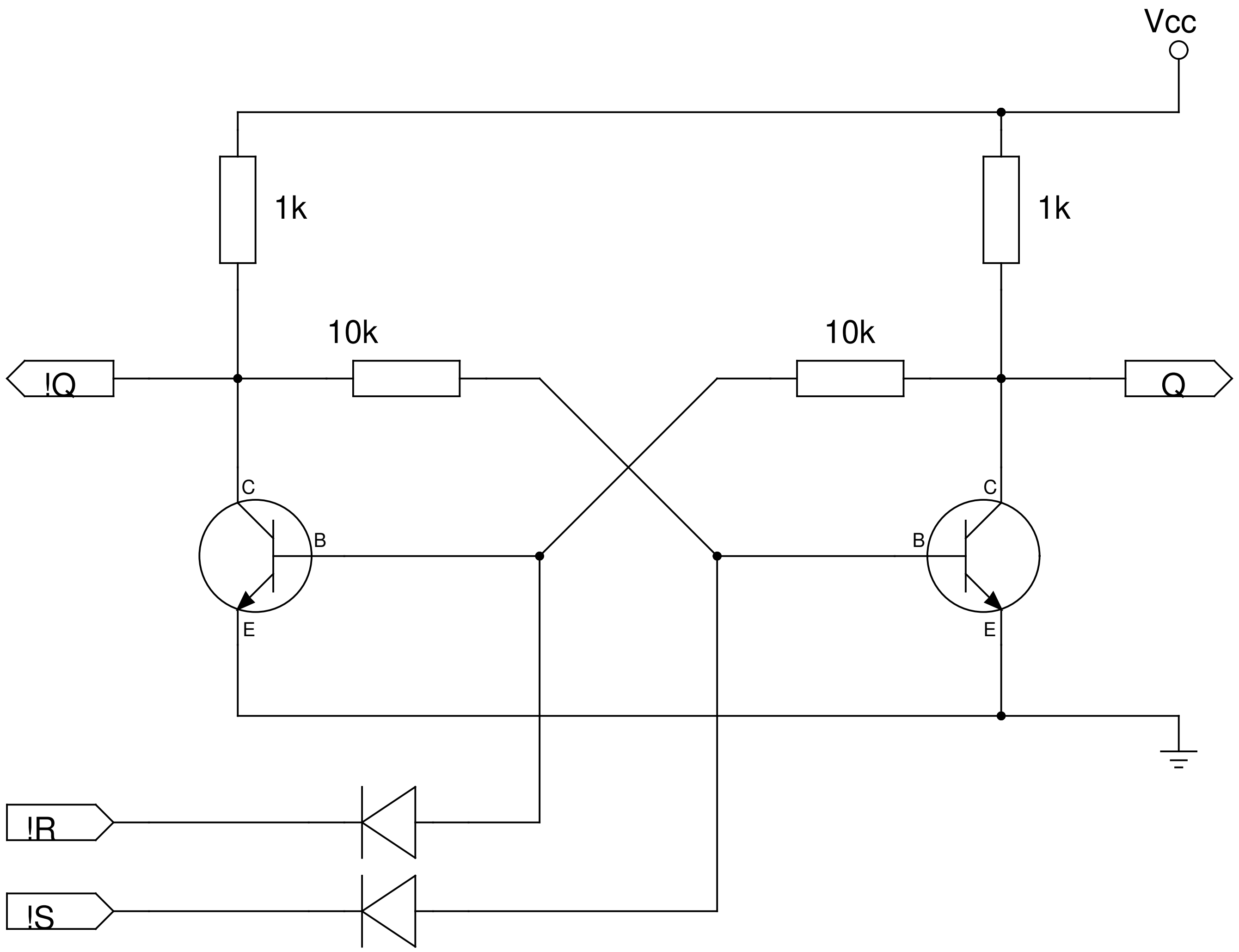
* *http://pcbheaven.com/scripts/imagepresent.php?filename=%2Fwikipages%2Fimages%2Ftransistorcircuits_1235488532.jpg*

Obrázek 21-4.



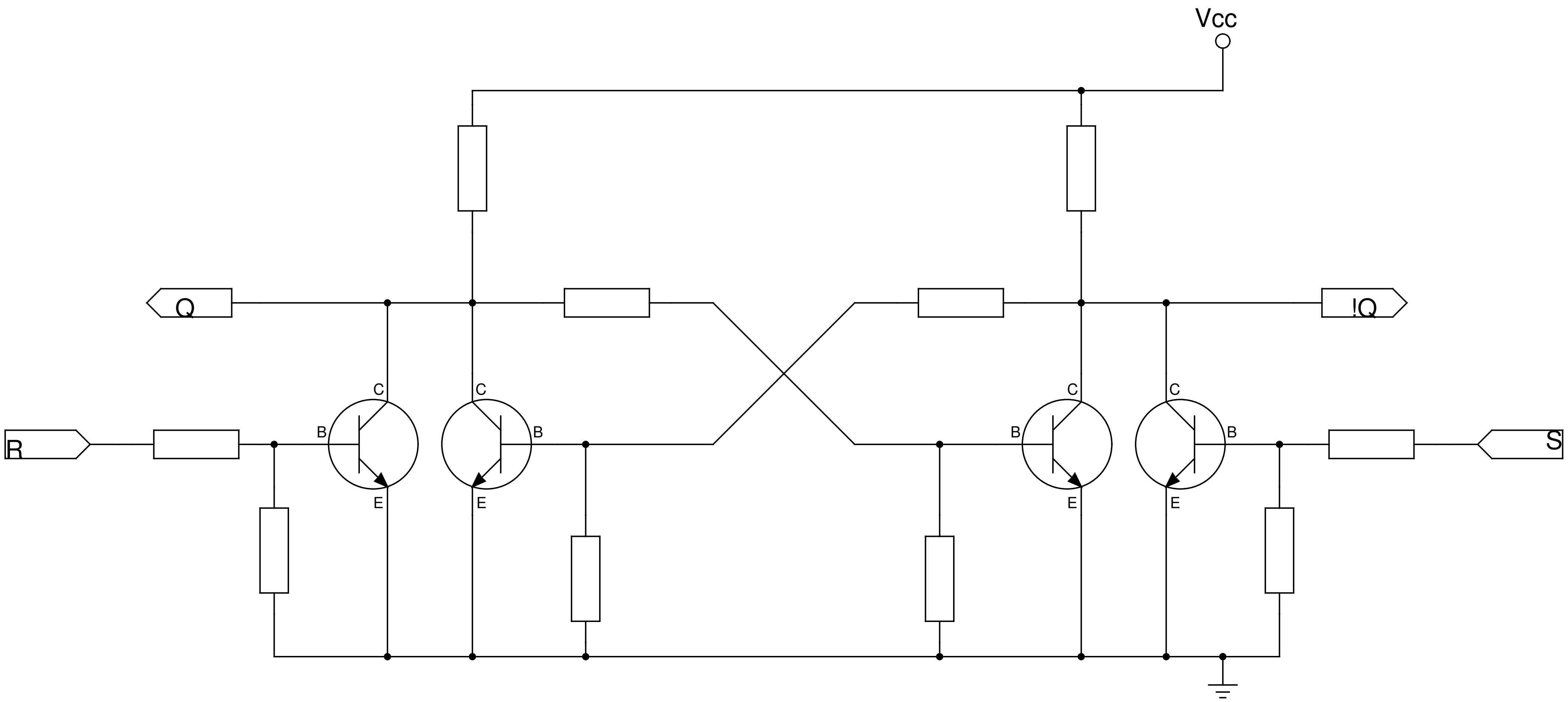
* *gEDA image schematic Transistor_RS_FlipFlop.sch: 640×480 EPS, PNG*

Obrázek 21-5.



* *gEDA image schematic Transistor_RS_FlipFlop_2.sch: 640×480 EPS, PNG*

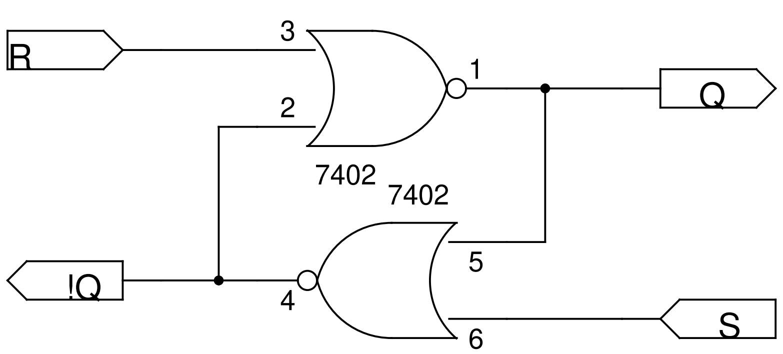
Obrázek 21-6.



* *gEDA image schematic Transistor_RS_FlipFlop_3.sch: 640×480 EPS, PNG*

Dvojce transistorů v tomto klopném obvodu tvoří vlastně samostatná hradla NOR.

Obrázek 21-7.



* *gEDA image schematic RS_FF_NOR.sch: 320×240 EPS, PNG*

Poznámky

1. http://pcbheaven.com/wikipages/Transistor_Circuits/

2. http://alzat.szm.com/Oscilat/generato/bko/bko.htm

3. http://pcbheaven.com/wikipages/Transistor_Circuits/

Kapitola 22. Zobrazovače

Odkazy:

- Handmade LED Clock 2[1] — zajimavé požití LED diod k vytvoření zobrazovače připomínajícího digitrony
-

Poznámky

1. http://www.flickr.com/photos/barsprojects/sets/72157624179771160/

Kapitola 23. Velmi jednoduchá zapojení

*

23.1. Joule Thief

*

Odkazy:

- MAKE A JOULE THIEF[1]
-

Poznámky

1. http://www.emanator.demon.co.uk/bigclive/joule.htm

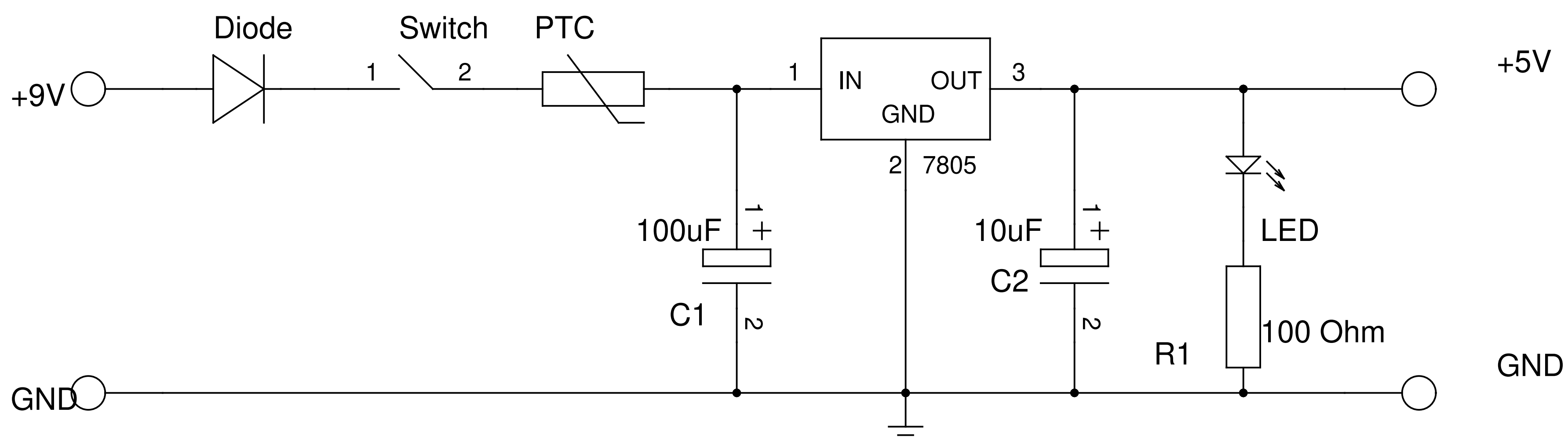
Kapitola 24. Zdroje

*

24.1. Stabilizátory napětí

*

Obrázek 24-1. Zapojení lineárného stabilizátoru napětí



* *Image size 640*480 PNG, EPS.*

V. Komunikace a kódování

Kapitola 25. Reprezentace čísel

*

Celá přirozená čísla v četně nuly můžeme snadno reprezentovat v přímém binárním kódování takto.

$$\begin{aligned}
&\ldots 0000 = 0\\
&\ldots 0001 = 1\\
&\ldots 0010 = 2\\
&\ldots 0011 = 3\\
&\ldots 0100 = 4\\
&\ldots 0101 = 5\\
&\vdots
\end{aligned}$$

Hodnota bitů v jednotlivých pozic číselného vyjádření vyjadřuje násobky základu číselné soustavy. Tedy podobně jako v dekadické soustavě (soustavě o základu 10) jednotlivé číslice určují násobky 1, 10, 100, …, podle pozice na které se nacházejí.

Rovnice 25-1. Vyjádření čísla v dvojkové soustavě

$$\sum_{i=0}^{k} m_i 2^i$$

V uvedeném vzorci je k počet bitů v reprezentaci čísla a m_i hodnota bitu na i-té pozici.

25.1. Vyjádření celých čísel

*

Celá čísla můžeme vyjádřit několika způsoby

- *V přímém binárním kódu se znaménkem.* Kdy nejvyšší bit v reprezentaci čísla vyjdřuje znaménko čísla. Obvykle 0 vyjdřuje kladná čísla a 1 záporná čísla.
- *V inverzním kódu*, kdy kladná čísla vyjadřujeme v přímém binárním kódování a záporná čísla jsou vytvořena inverzí, t.j. negováním všech bitů v reprezentaci čísla.
- Doplňkovým kódem*, ve kterém jsou kladná čísla vyjádřena v přímém binárním kódování, a záporná čísla k nim utvoříme tak že provedeme inverzi všech bitů a následně přičteme hodnotu 1*

Tolik ve zkratce.

Tabulka 25-1.

binární reprezentace		význam v kódu		
±	bity	přímém se znaménkem	inverzním	doplňkovém
0	0 … 0 0	0	0	0
0	0 … 0 1	1	1	1
0	0 … 1 0	2	2	2
	⋮			

binární reprezentace		význam v kódu		
±	bity	přímém se znaménkem	inverzním	doplňkovém
0	1 … 1 1	+MAX	+MAX	+MAX
1	0 … 0 0	-0	-MAX	-MAX -1
1	0 … 0 1	-1	-MAX -1	-MAX
	⋮			
1	1 … 1 0	-MAX +1	-1	-2
1	1 … 1 1	-MAX	-0	-1

Kapitola 26. Kódy

26.1. ASCII

Odkazy:

- Understanding ASCII Codes[1]
-

Tabulka 26-1. Význam řídicích kódů ASCII

název	dec	hex	popis
NUL	0	00	
SOH	1	01	
STX	2	02	
ETX	3	03	
EOT	4	04	
ENQ	5	05	
ACK	6	06	
BEL	7	07	
BS	8	08	Back Space
HT	9	09	Horizontal Tab
LF	10	0A	Linefeed
VT	11	0B	Vertical tab
FF	12	0C	Formfeed — page eject
CR	13	0D	
SO	14	0E	
SI	15	0F	
DLE	16	10	
DC	17	11	
DC2	18	12	
DC3	19	13	
DC4	20	14	
NAK	21	15	
SYN	22	16	
ETB	23	17	
CAN	24	18	
EM	25	19	
SUB	26	1A	
ESC	27	1B	
FS	28	1C	
GS	29	1D	

název	dec	hex	popis
RS	30	1E	
US	31	1F	
ALT	125	7D	}
PRE	126	7E	~
DEL	127	7F	

26.2. GCR

Odkazy:

- The Apple Story, Part 2[2]
- The Complete Commodore Inner Space Anthology page 49[3]
- Group code recording[4]
- Line code[5]

Tabulka 26-2. Commodore GCR Codes

Hex	GCR	Binary	Dec
$00	01010	0000	0
$01	01011	0001	1
$02	10010	0010	2
$03	10011	0011	3
$04	01110	0100	4
$05	01111	0101	5
$06	10110	0110	6
$07	10111	0111	7
$08	01001	1000	8
$09	11001	1001	9
$0A	11010	1010	10
$0B	11011	1011	11
$0C	01101	1100	12
$0D	11101	1101	13
$0E	11110	1110	14
$0F	10101	1111	15

Poznámka: GCR is the method in which disk data is magnetically stored. It is based on transitions (ie. 1 to 0, ot 0 to 1) A transition is decoded as 0, no transition decodes to a 1.

Tabulka 26-3. GCR: (0,2) RLL

Nybble	Code	Nybble	Code
0000	11001	1000	11010

Nybble	Code	Nybble	Code
0001	11011	1001	01001
0010	10010	1010	01010
0011	10011	1011	01011
0100	11101	1100	11110
0101	10101	1101	01101
0110	10110	1110	01110
0111	10111	1111	01111

Tabulka 26-4. 4B5B Encoding Table

Name	4b	5b	Description
0	0000	11110	hex data 0
1	0001	01001	hex data 1
2	0010	10100	hex data 2
3	0011	10101	hex data 3
4	0100	01010	hex data 4
5	0101	01011	hex data 5
6	0110	01110	hex data 6
7	0111	01111	hex data 7
8	1000	10010	hex data 8
9	1001	10011	hex data 9
A	1010	10110	hex data A
B	1011	10111	hex data B
C	1100	11010	hex data C
D	1101	11011	hex data D
E	1110	11100	hex data E
F	1111	11101	hex data F
Q	—	00000	Quiet (signal lost)
I	—	11111	Idle
J	—	11000	Start #1
K	—	10001	Start #2
T	—	01101	End
R	—	00111	Reset
S	—	11001	Set
H	—	00100	Halt

Poznámky

1. http://www.nadcomm.com/ascii_code.htm
2. http://apple2history.org/museum/articles/byte8501.html
3. http://www.zimmers.net/anonftp/pub/cbm/manuals/anthology/p049.jpg

4. http://en.wikipedia.org/wiki/Group_code_recording
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Line_code

Kapitola 27. IR komunikce

*

Sony SIRC:

- Sony SIRC Protocol[1]
- SONY infrared remote protocol[2]
-
-

Poznámky

1. http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/sirc.htm
2. http://users.telenet.be/davshomepage/sony.htm

VI. Počítačová architektura

Odkazy:

- Paper processor. What is fetch, decode, and execute?[253]
-

Poznámky

253. https://sites.google.com/site/kotukotuzimiti/

Kapitola 28. Poznámky

Odkazy:

- Homemade computers[1]
- Computer Architecture[2]
- Cybernetic Computer and Electronic Brain[3] The fascinating story of how computers work in clear, non-mathematical language

Poznámky

1. http://www.holmea.demon.co.uk/Links.htm#Homemade
2. http://www.rdrop.com/~cary/html/computer_architecture.html
3. http://www.lauftext.de/cybernetic-computer/index.htm

Kapitola 29. Návrh procesorů

29.1. 32 bitový procesor orientovaný na Forth

Tento procesor může být realizován i jako virtuální stroj zakomponovaný do jádra Forthu.

Při návrhu vycházím z poznatků z procesorů SOP32, F18, ...

Tabulka 29-1. Registry procesoru

název	popis
IP	Ukazatel instrukcí (zvaný také PC). Ukazuje na následující instrukci
IR	instrukční registr obsahuje právě dekódované instrukční slovo
SP	datový zásobník
RP	zásobník návratových adres (>R R> R@)
A	adresní registr který používají instrukce A@+, . . .
W	pomocný pracovní registr, není přímo přístupný

Nejdříve instrukce. Z pohledu procesoru existují atomické instrukce, atomy a instrukční slova. Slovo obsahuje obvykle několik atomických instrukcí. Protože je nutno skloubit malý počet instrukcí a potřebu velkého počtu bitů pro adresu při volání poprprogramu, je instrukční slovo rozděleno do několika skupin bitů. Jedná se o dlouhé instrukční pole, a dva jednobitové příznaky, příznak návratu a příznak adresy (skoku).

Základní struktura instrukčního slova:

```
+-----------------------+---+---+
|    instrukční pole    |Adr|Ret|
+-----------------------+---+---+
```

Tabulka 29-2. Struktura instrukčního slova

instrukční pole	A	R	popis
adresa	0	0	instrukce volání podprogramu
adresa	0	1	instrukce skoku
pole atomických instrukcí	1	0	atomické instrukce
pole atomických instrukcí	1	1	atomické instrukce s návratem

Při vytváření instrukční sady jsem vycházel z následujících úvah:

- Nejdříve jsem popsal instrukci volání podprogramu. Protože podprogramy mohou být adresovány jedině na celá 32-bitová slova, musí bít spodní dva bity adresy nulové. Rozhodl jsem se tedy pro jednoduchost že dva spodní nulové bity kódují volání a vyšších 30 bitů tovří vyšších 30 bitů adresy doplněné zprava dvěma nulovými bity. Vzhledem k tomu že instrukce má spodní dva bity nulové je tedy přímo uvedená adresa adresou podprogramu.
- Potřeboval jsem se rozhodnout, jaký význam přidelím spodmín dvoum bitům. Protože jedna z potřebných informací je příznak návratu, rozhodl jsem se nevytvářet dvoubitové pole a jednotlivým kombinacím přidělovat význam, ale přimo přidělit význam jednotlivým bitům. Tyto dva bity jsem pojmenoval R —

Return a A — *Address* a přidělil jim následující význam.

Bit	Název	Význam
0	Ret	Implicitní return, je li v poli 1, dojde po vykonání instrukce/instrukcí k návratu z podprogramu.
1	Adr	Adresní bit, 0 - v instrukčním poli je adresa, 1 - v instrukčním poli jsou atomické instrukce

- Pak jsem si napsal jednotlivé kombinace bitů přehledně do tabulky abych se nad nimi mohl zamyslet.

b_{31}-b_2 (I)	b_1 (A)	b_0 (R)	mnemo	Význam
adresa	0	0	CALL	volání podprogramu na adrese
adresa	0	1	JUMP	předání řízení na adresu
atomy	1	0		atomické instrukce
atomy	1	1		atomické instrukce s návratem

Tři kombinace my byly hned jasné, bylo to volání podprogramu a atomické isntrukce s návratem a bez. Nad čtvrtou kombinací jsem se na chvíli zamyslel. Uvědomil jsem si že ji můžu použít ve významu *tail call*. Což je technicky obyčejný skok na adresu. Takováto instrukce použitá na konci Forth slova způsobí že se předá řízení jjinému Forth slovu a již se nebude provádět návrat neb by to bylo zbytečné.

- V takovémto posloupnosti instrukcí se mohou vyskytovat i jiná data, jak bude popsáno dále. V principu se ale bude vždy jednat o parametry atomické instrukce.
- Atomy jsou v instrukci umístněny v pořadí od nižších bitů. To dovoluje vybírat následujícíc atom pomocí jednoduchého posunu bitů v instrukci do prava.
- Atomu, ve kterém jsou všechny bity nulové, jsem přiřadil význam atomické instrukce NOP, která neprovádí nic. To mi dovoluje takové instrukce ignorovat. Rovněž mi to dovolí snadno detekovat, že již byly zpracovány všechny atomy v instrukci. Pokud je instrukční registr prázdný (=0) byly všechny atomy již vykonány.

U tohoto konceptu jsem přemýšle, jestli nemá význam změnit pořadí polí Instrukce/Adresa, A a R. Zdá se mi, že pro hardwarovou realizaci je to naprosto jedno. Proto jsem raději zůstal u této kombinace.

Nyní k atomickým instrukcím. Vzhledem k počtu bitů jenž je kódují (30) se můžeme rozhodnou, kolik atomů a jak velikých v instrukci bude. Ostatní procesory podobného typu používají instrukce kódované minimálně 5 bity. Protože mi to tak pěkně vyšlo a 30 = 6 * 5, mohu se rozhodnout jestli v instrukci bude 6 atomů po pěti bitech, nebo 5 atomů po šesti bitech. Toto je ponecháno k dalším úvahám. Jediné co vyžaduji, aby kombinace kdy všechny bity jsou nulové měla význam instrukce NOP. V následující tabulce, do které si budu vepisovat jednotlivé atomické instrukce, počítám proto se 6-ti bity.

Tabulka 29-3.

b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0	mnemo	význam
0	0	0	0	0	0	NOP	žádná operace, nedělá se nic
0	0	0	0	0	1		
0	0	0	0	1	0		
0	0	0	0	1	1		
0	0	0	1	0	0		
0	0	0	1	0	1		

b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0	**mnemo**	**význam**
0	0	0	1	1	0		
0	0	0	1	1	1		
0	0	1	0	0	0		
0	0	1	0	0	1		
0	0	1	0	1	0		
0	0	1	0	1	1		
0	0	1	1	0	0		
0	0	1	1	0	1		
0	0	1	1	1	0		
0	0	1	1	1	1		
0	1	0	0	0	0		
0	1	0	0	0	1		
0	1	0	0	1	0		
0	1	0	0	1	1		
0	1	0	1	0	0		
0	1	0	1	0	1		
0	1	0	1	1	0		
0	1	0	1	1	1		
0	1	1	0	0	0		
0	1	1	0	0	1		
0	1	1	0	1	0		
0	1	1	0	1	1		
0	1	1	1	0	0		
0	1	1	1	0	1		
0	1	1	1	1	0		
0	1	1	1	1	1		
1	0	0	0	0	0		
1	0	0	0	0	1		
1	0	0	0	1	0		
1	0	0	0	1	1		
1	0	0	1	0	0		
1	0	0	1	0	1		
1	0	0	1	1	0		
1	0	0	1	1	1		
1	0	1	0	0	0		
1	0	1	0	0	1		
1	0	1	0	1	0		
1	0	1	0	1	1		
1	0	1	1	0	0		
1	0	1	1	0	1		
1	0	1	1	1	0		
1	0	1	1	1	1		

b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0	mnemo	význam
1	1	0	0	0	0		
1	1	0	0	0	1		
1	1	0	0	1	0		
1	1	0	0	1	1		
1	1	0	1	0	0		
1	1	0	1	0	1		
1	1	0	1	1	0		
1	1	0	1	1	1		
1	1	1	0	0	0		
1	1	1	0	0	1		
1	1	1	0	1	0		
1	1	1	0	1	1		
1	1	1	1	0	0		
1	1	1	1	0	1		
1	1	1	1	1	0		
1	1	1	1	1	1		

Tabulka 29-4. Základní instrukce pro umístnění do tabulky atomických instrukcí

instr.	zásobník	název	popis
!	n addr $\longrightarrow$	STORE	uloží hodnotu n do buňky na adrese addr, adresa musí respektovat zarovnání buňek v paměti
@	addr $\longrightarrow$ n	FETCH	
+	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n	ADD	
-	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n	SUB	odečte n_2 od n_1
>R	n $\longrightarrow$		uloží n do návratového zásobníku (Return Stack)
R>	$\longrightarrow$ n		vyzvedne n z návratového zásobníku (Return Stack)
AND	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n		
OR	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n		
XOR	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n		
NOT	n $\longrightarrow$ n		
DROP	n $\longrightarrow$		
DUP	n $\longrightarrow$ n n		
OVER	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n_1 n_2 n_1		
SWAP	n_1 n_2 $\longrightarrow$ n_2 n_1		
[IF]	n $\longrightarrow$		
[CALL]			
[EXIT]			
[LIT]			

29.2. Procesor se sériovou ALU

Jedním ze způsobů jak snížit počet hradel v procesoru na úkro rychlosti je realizovat ALU jako jednobitovou a provádět všechny operace sériově. Tím se mimo alu zjednodušší datová případně i adresová sběrnice. Velkou daní za snížení počtu hradel je i snížení rychlosti. Každá operace bude vyžadovat minimálně tolik cyklů, kolik bitů mají zpracovávaná slova.

29.3. SOC-8

* *Zvážit název počítače/procesoru. Názvy k zamyšlení: OC-8 (Octal Computer 8), TO-8 (Transistor Octal 8), ROC-8 (Radek's Octal Computer 8), ...*

Následující text je ve stádiu rozpracování. Text není konzistentí protože do něj postupně zapracovávám nové myšlenky. Na druhou stranu se některých myšlenek zbavuji a nemusle jsem je odstranit ze všech částí textu.

Prvotní motivací pro tuto konstrukci bylo navrhnout počítač inspirovaný počítači TX-0, PDP-8 a CDC-160.

Kritéria návrhu:

- Šířka datového/instrukčního slova je 12 bitů.
- Šířka adresy bez jednotky MMU je rovněž 12 bitů. To umožnuje adresovat 2^{12} slov tedy 4 kiW.
- Jednoduchá konstrukce. Do té míry jednoduchá že ji bude možno realizovat s pomocí trazistorů. Případně jen základních logických IO. (Ale jednodušší než níže zmíněné PDP-8 a TX-0 nebude.)
- Vychází ideově z PDP-8 a TX-0.
- Orientace na osmičkouvou soustavu. Návrh instrukční sady tak aby bylo lze jednoduše dekódovat instrukce.
- Odstranění adresního módu s přístupem do aktuální stránky. Tento mód nahrazuji částečně módem *P Relative*.

Po řadě úvah a několikerém přepracování návrhu jsem přišel s následující konstrukcí.

29.3.1. Registry

Popis počítače začínám popisem jeho registrů. Někde začít musím. Tak jak postupně uzrává návrh modifikuji i tento seznam registrů.

Procesor má 4 programátorovi přístupné registry `P`, `A`, `L` a `C`. První tři jsou dvanáctibitové, poslední je jednobitový. Další registry jsou součástí konstrukce a nejsou přímo přístupné programátorovi. Tyto registry jsou využity v průběhu vykonávání instrukcí.

* *Předmětem úvah je zavední registru `S` jako ukazatele na zásobník a jako náhradu za registr `L`. Další možností je přidání dalšího akumulátoru `B`. Rovněž je předmětem úvah zavedení registru příznaků `F` známého z jiných architektur také jako `PSW` a začlenění jednobitového registru `C` do něj.*

Tabulka 29-5. Registry procesoru SOC-8

#	symbol	název	poznámka
0	A, AC	první střadač (akumulátor A)	Pracovní registr. Je cílem nebo zdrojem dat řady instrukcích.
1	B, BC	druhý střadač (akumulátor B)	Pracovní registr. Je cílem nebo zdrojem dat řady instrukcí.

#	symbol	název	poznámka
2	P, PC	čítač instrukcí	Registr obsahuje adresu následující instrukce. Při čtení instrukce z paměti je vždy zvětšen o 1.
3	L, LINK	spojovací registr (*link*)	Využívá se při volání podprogramů a návratu z nich.
4	S, SP	ukazatel zásobníku	
5	T, TP	ukazatel zásobníku	
6			
7	PSW, PCW	registr příznaků	Obsahuje příznaky C,Z,N. Jednobitové registry IE, ...
	EA	efektivní adresa	Do tohoto registru je počítána efektivní adresa operandu v paměti.
	OP	operand	Do tohoto registru je načítán operand, převážně z efektivní adresy.
	MAR		Memory Address Register
	MDR		Memory Data Register

* *Ve sloupečku název je doplněn seznam alternativních názvů registru.*

Obrázek 29-1.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|SUP|       :       :IE : N   Z   C :           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 29-6. Bity stavového slova

bit	sym-bol	název	poznámka
0			
1			
2			
3	C	carry	
4	Z	zero	
5	N	negative	
6	I, IE	interrupt enabled	Informuje zdali je povoleno přerušení.
7			
8			
9			
10			
11	SUP	supervisor	Indikuje že beží v režimu supervisor a smí vykonávat všechny instrukce. V uživatelském režimu je repertoár instrukcí omezen.

29.3.2. Instrukční sada

O struktuře a jednoduchosti návrhu vypoví instrukční sada. Nejdříve tedy jak vypadá formát instrukcí. Po úvaze jsem přišel s takovým rozdělením polí v instrukčním slově které odpovídá oktalovým číslicím. Tedy dělím instrukční slovo po trojcích bitů. Toto dovoluje velmi snadno „číst“ instrukce přímo z oktalového výpisu paměti.

Obrázek 29-2. Formáty instrukcí SOC-8

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    OP     |    MOD    |          DATA         |   základní tvar instrukcí
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 |   GROUP   |         µcode         |   "mikrokódované" instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1   1   1   1 |       instrukce       |   speciální rozšíření
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

* *Obrázek je velmi orientační.*

Pro jednoduchost, tentokrát nikoliv konstrukční ale jednoduchost programování ve strojovém kódu, jsem umístnil všechna pole tak aby byla na hrnicích trojic bitů. Instrukce lze pak velmi snadno číst i psát v oktalovém zápisu. Je tomu tak proto, že jsem se rozhodl prodloužit počet bitů adresního módu ze dvou které má PDP-8 na tři. Zvětšeným počtem adresních módů sice naroste počet logických hradel v obvodu dekódování a výpočtu adresy a získávání operandu. Získám tak ovšem variablinější architekturu která nebude mít některé vlastnosti které mi na PDP-8 vadily. Jedná se zejména o adresní režimy v aktuální stránce. Tyto nahrazuji režimy *PC Relative*.

Tabulka 29-7.

instrukce	název	popis
`000 rzi sss sss`	LD	nahrávání, operand$\longrightarrow$A
`001 rzi sss sss`	AD	sčítání: operand+(A,C)$\longrightarrow$(C,A)
`010 rzi sss sss`	AN	logický součin: operand$\wedge$A$\longrightarrow$A
`011 rzi sss sss`	OR	logický součet: operand$\vee$A$\longrightarrow$A
`100 rzi ddd ddd`	ST	ukládání: A$\longrightarrow$mem[EA]
`101 0zi sss sss`	DSZ	Decrement operand and Skip if Zero
`101 1zi sss sss`	ISZ	Increment operand and Skip if Zero
`110 0pi aaa aaa`	B, BAL	skok: (PC$\longrightarrow$L;) EA$\longrightarrow$PC
`110 1pi aaa aaa`	B, BAL	skok: (PC$\longrightarrow$L;) EA$\longrightarrow$PC
`111 xxx xxx xxx`	μcode	

* *Tabulka je prvním pokusem sestavit instrukční sadu základních instrukcí. Vzhledem k tomu že na kódování základních instrukcí mám k dispozici jen 3 bity jsem omezen 8-mi kombinacemi. Vycházím tedy z instrukční sady PDP-8 kterou se snažím různě modifikovat.*

Rozdíly oproti TX-0 jsou v počtu bitů kódujících základní instrukce. V tomto návrhu používám tři bity (TX0 používá jen 2).

Další zajímavou modifikací je instrukce skoku BL (*Branch and Link*). Právě použitím registru L jako jednoúrovňového hardwérového zásobníku umožňuje realizovat jednoduše podprogramy. Registr L je přístupný pro další práci a je tak možno programově realizovat víceúrovňový zásobník v operační paměti počítače. Tímto sjednocením instrukce skoku a volání podprogramu jsem oproti PDP-8 ušetřil jeden operační kód. Rovněž jsem se rozhodl vypustit instrukci ISZ PDP-8 a taktéž vstupně výstupní operaci IOT. ISZ lze realizovat dvojcí instrukcí, například

```
            AD #const
       SKP Z
```

Ve skutečnosti je možností nečekaně více protože přičtením záporné konstanty realizujeme vlastně snižování hodnoty v A. Rovněž můžeme použít logickou operaci a provádět cyklus podle logické podmínky. Zkráka můžem si nakombinovat libovolnou operaci AD, AN, OR s libovolnou podmínkou v mikrooperaci SKP.

Devět bitů základní instrukce, následujících za kódem instrukce se dále dělí na dvě části. Adresní mód a číslo. Pro jednoduchost jsem se rozhodl **FIXME:**

29.3.2.1. Základní instrukce

Jak je vidět na obrázku 29-2 v základním tvaru instrukce jsou pro operační kód k dispozici pouze 3 bity. To nám dává 8 možných kombinací. Minimálně jedna musí být použita pro další tavari instrukcí jako jsou například „mikokódované“ instrukce. Tím se prostor ještě zmenší. Při výběru jsem vycházel z instrukční sady PDP-8 kterou jsem se snažil modifikovat. PDP-8 má tyto instrukce:

```
0xxx  AND   ; operand ∧ AC ⟶ AC
1xxx  TAD   ; operand + AC ⟶ AC
2xxx  ISZ   ; increment operand and skip if zero
3xxx  DCA   ; AC ⟶ pamet’, 0 ⟶ AC
4xxx  JMS   ; skok do podprogramu
5xxx  JMP   ; skok
6xxx  IOT   ; I/O instrukce
7xxx  OPR   ; mikrokódované instrukce
```

Nejprve jsem zvážil odstranit instrukci IOT. Domnívám se, že se I/O zařízení dají připojit jako část paměti. Ušetřím tím právě jednu kombinaci pro jinou instrukci. Pokud bych chtěl instrukci IOT mohl bych ji realizovat v prostoru mikrokódovaných instrukcí například jako:

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 |     IOT    |    DEV    |    FCE    |   "mikrokódované" instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Oproti PDP-8 snížím množství dostupných zařízení z 64 na 8.

Další úsporou v instrukční sadě je sjednotit instrukce JMS a JMP do jedné instrukce BAL. Tato instrukce je modelována podle BAL isntrukce například z procesoru MIPS. Jedná se o instrukci skoku která do speciálního registru L uloží adresu instrukce následující po instrukci skoku. Tedy návratovou adresu. Cíl skoku, je-li to procedura či funkce, je pak zodpovědný za uschování této adresy.

```
        ...
        BAL FCE  ; volání podprogramu
        NOP      ;⟵ zde se pokračuje po návratu
        ...
FCE:    ; ulož L do zásobníku
        ... proveď’ co je potřeba
FLOOP:  ; nějaká smyčka
        BAL FLOOP
        ; obnov L ze zásobníku
        ; prověď’ skok na adresu v L
```

29.3.2.2. Adresní módy

Při výběru adresních módů jsem vycházel z návrhu adresních módů PDP-8. Procesor, který má jen jeden pracovní registr, v našem případě střadač A, potřebuje nedostatek registrů nějak kompenzovat. PDP-8 tak činí adresním modem s přístupem k nulté stránce paměti a s přístupem k aktuální stránce paměti. Tím se počet míst která jsou procesoru snadno dostupná a dají se považovat v určitém smyslu za registry podstatně zvýší. V případě PDP-8 je to 128 slov v nulté stránce a 128 slov v aktuální stránce.

Adresní mód nulté stránky mi plně vyhovuje, je to něco co se objevuje například i vprocesorech 6502 a 6800. Adresní mód přístupu k aktuální stránce je mi značně proti srsti. Hlavní námitku kterou proti němu mám lze ukázat na jednoduché věci. V následujícím kódu, který vznikl například po přidání instrukce nebo jiné změně která posunula instrukce TAD a AND, se instrukce AND již odkazuje na úplně jinou adresu než původně. Je to proto že se posunula do další stránky.

```
1016:   VAR1:   DW 6
1018:   VAR3:   DW 0
...
1176:           CLA CLC
1177:           TAD 16
                ;  Změna aktuální stránky
1200:           AND 18
...
```

Kód pro PDP-8 tedy není imunní vůči posouvání v paměti. Znamená to že se význam instrukce mění, podle toho kde se v paměti nachází. Vím že v případě PDP-8 se jedná o obrovské zjednodušení konstrukce. Dnes použiji místo tohoto adresního módu mód jiný, relativní k hodnotě čítače instrukcí. Toto řešení je hezčí pro programátora ale klade větší nároky na konstrukci procesoru a tak se vůbec nedivím že jej v době konstruování PDP-8 nepoužili. Asi by výrazně prodražil konstrukci.

Pokud budu ochoten obětovat určité zvýšení komplexity obvodu generování adresy a přístupu k operandu, dostanu se k následujícím adresním módům.

Obrázek 29-3. Pole bitů adresního módu počítače SOC-8

```
  8   7   6
+---+---+---+
| R | I | Z |
+---+---+---+
```

Bity v tomto poli mají následující význam.

Tabulka 29-8. Adresní módy instrukcí SOC-8

bit	sym-bol	hodnoty	popis
8	R	0-A, 1-B	vybírá jeden ze dvou střadačů A,B u instrukcí které pracují se střadači
7	I	1-Indirect	Pokud je tento bit nastaven, je použito nepřímé adresování. Na efektivní adresu operandu EA je použita operace: EA=mem[EA].
6	Z	0-Rel,1-ZP	Má-li bit Z hodnotu 1 jsou bity b_6-b_0 adresou slova v nulté stráncee paměti. Má-li hodnotu nula jsou tyto bity znaménkově rozšířeny a přičteny k PC.

Následující tabulka uvádí všechny uvažované adresní módy. Pouze některé budou použity a jsou jim přiděleny kombinace bitů.

Tabulka 29-9. Adresní módy instrukcí SOC-8

mód	zápis	název	popis
000	n	Zero Page	EA=0. . . 0b_5. . . b_0; OP=mem[EA]
001	(n)	Zero Page indirect	EA=0. . . 0b_5. . . b_0; EA=mem[EA]; OP=mem[EA]
	(n)+	ZP Post Increment	EA=0. . . 0b_5. . . b_0; EA=mem[EA]; OP=mem[EA]; EA=EA+1; mem[0. . . 0b_5. . . b_0]=EA
	-(n)	ZP Pre Decrement	EA=0. . . 0b_5. . . b_0; EA=mem[EA]; EA=EA-1; mem[0. . . 0b_5. . . b_0]=EA; OP=mem[EA]
	#0	přímá konstanta	OP = SignExtended(b_5. . . b_0)
010	P,n	P relative	EA=SignExtended(b_5. . . b_0); EA=EA+PC; if EA=0 then PC=PC+1; OP=mem[EA]
010 0. . . 0	#nn	Long literal	Jiný zápis pro zvláštní případ P relative s posunutím 0.
011	P,(n)	P Relative Indirect	EA=SignExtended(b_5. . . b_0); EA=EA+PC; if EA=0 then PC=PC+1; EA=mem[EA]; OP=mem[EA]
011 0. . . 0	P,(nn)	P Relative Indirect	EA=SignExtended(b_5. . . b_0); EA=EA+PC; if EA=0 then PC=PC+1; EA=mem[EA]; OP=mem[EA]

Použití jen dvou bitů pro specifikování adresního módu, jak to má PDP-8 (I a Z), by příliš omezilo množství adresních módů.

název	zápis	význam
Zero Page	n	EA=(0,. . . 0,b_5. . . b_0); OP=mem[EA]
Zero Page Indirect	(n)	EA=(0,. . . 0,b_5. . . b_0); EA=mem[EA]; OP=mem[EA]
P Relative	P,n	EA=SignExtended(b_5. . . b_0); EA=EA+P; if EA=0 then PC=PC+1; OP=mem[EA]

Mód *P Relative* má jednu zvláštnost, která je patrná na následující ukázce.

```
1234: 1x00      AD P,0
1235: 2345      DW 2345
```

Co instrukce AD na adrese 1234 provádí? V průběhu načítání instrukce z adresy 1234 byla zvětšena hodnota v registru P o jedničku, aby P ukazoval na následující instrukci. P tedy obsahuje hodnotu 1235. Co se děje dále? Při výpočtu efektivní adresy EA z výrazu `P,0` s spočte EA=P+0=1235. Poté se z paměti přečte operand OP=mem[1235] což je 2345. Tímto způsobem můžeme snadno realizovat mód s velkými přímými literály. Samozřejmě že je to ideální mód pro skoky přes celou paměť a pro volání podprogramů. Například volání podprogramu na adrese 620 realizujeme instrukcí:

```
1252: 6x00      BL P,0
1253: 0620      DW 0620
```

Zvláštnost na kterou je třeba upozornit je to, že po ukončení instrukce ukazuje P na slovo 1235, v případě skoku na 1253. Na těchto adresách je očekávána další instrukce. Proto je v tomto zvláštním případě, kdy je čtena hodnota relativně k P s posunutím 0, provedena korekce P zvětšením o jedničku.

Tabulku adresních módů tedy mužeme rozšířit o další řádek, což není nic jiného než jiný zápis pro speciální variantu jiného adresního módu.

název	zápis	význam
Long Literal	#nn	EA=SignExtended($b_5 \ldots b_0$); EA=EA+P; if EA=0 then PC=PC+1; OP=mem[EA]

Dalším adresním módem, který považuji za velmi užitečný, je malý přímý literál. Tedy hodnota přímo zapsaná do instrukce. Dolních 6 bitů se v tomto módu interpretují jako malé číslo kterému se rozšíří znaménko do zbývajících bitů. Můžeme tedy do instrukce přímo zapsat malá čísla v rozsahu od -32_{DEC} do $+31_{DEC}$. Ačkoli bychom mohli použít právě zavedený mód *Long Literal*, vložení čísla přímo do instrukce zkrátí programový kód a rovněž jej zrychlí.

název	zápis	význam
Short Literal	#n	OP=SignExtended($b_5 \ldots b_0$); EA není definováno

Uvedené adresní módy, které pokrývají 4 základní kombinace se dají vyjádřit použitím pouhých dvou bitů. Mám tedy na vybranou, zdali se u těchto 4 (5) adresních módů zastavím, nebo zdali využiji třetí bit k jejich rozšíření.

Jedním z rozšíření adresních módů, které zavedli u PDP-8 je nepřímé adresování se zvětšním ukazatele před použitím. Tato varianta je zavedena pomocí zvláštních adres v adresním prostoru. Jedná se o adresy 0010 až 0017. Kdykoliv je čten obsah paměti prostřednictvím těchto adres, jsou tyto zvětšeny o 1. Je velmi lákavé zavést další dva adresní módy, a to *Indirect Pre Decrement* a *Indirect Post Increment*. Tyto módy by dovolovali velmi snadno realizovat zásobníky a práci s ukazateli. Na druhou stranu je možno použít přístup PDP-8 a realizovat oba módy vázáním na speciální adresy v paměti. Například mne napadá následující.

adresa	význam
0010…0017	Speciální adresy. Při použití těchto adres se chovají módy Zero Page a Zero Page Indirect normálně.
0020…0027	Při odkazu na tyto adresy se ve skutečnosti přistupuje na adresy 0010…0017 s tím, že po ukončení čtení se obsah zvětší o 1.
0030…0037	Při odkazu na tyto adresy se ve skutečnosti přistupuje na adresy 0010…0017 s tím, že před čtením se obsah zmenší o 1.

Uvedený přístup, jako jeden z možných, dovolí realizovat dodatečné adresní módy bez změny v procesoru navázáním speciálních vlastností na adresy v paměti. Výhodou je že není třeba měnit instrukční sadu a tím pádem procesor. Nevýhodou je že se sníží počet dostupných slov paměti v rozsahu nulté stránky. V tomto konkrétním případě dojde ke snížení počtu slov o 16_{DEC} z celkových 64_{DEC} což je nezanedbatelné číslo. Samozřejmě že je možné provést další optimalizaci, například místo adres 0010…0017 s navázáním speciálních funkcí na následující 0020…0037, Určit jako speciální jen adresy 0020…0027 s tím že při čtění dochází k Post Inkrementaci a s namapováním adresy 0030…0037 na 0020…0027 s tím že při čtení dochází k Pre Dekremantaci.

Oba dva módy, tedy *Indirect Post Increment* a *Indirect Pre Decrement* považuji za natolik důležité že je musím zavést. Otázkou zůstává jak. Volný bit v trojci bitů adresního módu totiž můžu využít tak, že jej přiřadím k datovému poli dolních 6-ti bitů, teré tak prodloužím na 7. V tom okamžiku si zvětším velikost nulté stránky na dvojnásobek tedy na 128_{DEC} slov. To je velmi lákavé. Nebo můžu udělat úplně jinou věc. Rozšířit počet střadačů v procesoru z jednoho na dva. Toto by opět zvedlo možnosti v programování.

Pokud se omezím jen na zásobníky, lze ze specifickými registry zacházet tak, že je určen jeden rozsah, například od 0010 do 0017. Veškeré přístupy k těmto buňkám paměti se chovají normálně, speciální chování je navázáno jen na nepřímý adresní mód (n) *Zero Page Indirect*. Pokud zapisujeme do adresy buňkou určené, dojde před zápisem k dekrementaci hodnoty v buňce. Pokud naopak čteme, dojde po čtení k inkrementaci adresy v buňce. Tímto způsobem se nesnížíme počet použitelných buňek v nulté stránce paměti.

Domnívám se však, že pokud se mám podržet původní myšlenky jendoduchosti designu, kterou jsem dost narušil již zavedením módů *P Relative*, že nemá smysl zavádět další registr.

Pro tuto chvíli zanechám úvah na téma třetího bitu v adresním módu a tento bit ponechám „nevyužitý“ a volný pro případná další rozšíření počítače.

Tabulka 29-10. Adresní módy

000			
001			
010			
011			
100			
101			
110			
111		PC Relative Indirect	EA=SignExtended($b_5 \ldots b_0$); EA=EA+PC; if EA=0 then PC=PC+1; EA=mem[EA]; OP=mem[EA]

Zero Page

Zero Page Indirect

Zero Page Indirect Pre Decrement

Zero Page Indirect Post Increment

P Relative

P Relative Indirect

Small Literal

Long Literal

29.3.2.3. Mikrokódové instrukce

Pokud mají bity operačního kódu instrukce hodnotu `111`, jedná se o tzv mikrokódovou instrukci. Je to obdoba instrukce OPR monipočítače PDP-8.

Obrázek 29-4. Formát instrukce μcode SOC-8

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 |   GROUP   |          µcode        |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0   0   0 |CLC|CPC|CLA|CPA|IAC|DAC|  Clear and Complement (IAC∨DAC)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0   0   1 |CLC|CPC|CLA|R/L|A/L|DBL|  Rotate
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0   1   0 |   Condition   !?|?!DBL|  Skip Condition[,Dbl]
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+-+-+---+
| 1   1   1 | 0   1   1 |  Source    |Destination|  Move Rs⟶Rd R one of A, B, P, L, PSW, S, T, ...
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
Move L⟶PC ≡ Return

              Zatím nevyužité kódy
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1   0   0 |        unused         |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1   0   1 |        unused         |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

              Privilegované operace
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1   1   0 |   DEVICE   | FUNCTION |  IOT
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1   1   1 | 0 |R/W|S/U| PAGE REG. |  MMU  (max 8 reg na režim)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+  Processor Control
| 1   1   1 | 1   1   1 | 1 |                   |  CPU - Enable/Disable part of the CPU
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

              Stack operations
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                       |           :P/P:A/L:S/T|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 29-5. Volání podprogramu

```
        BAL PProg
        ...

PProg:  PUSH L,S
        ...
        POP  L,S
        Move L,PC ; Return
```

Přesně v intencích dělení instrukčního slova po trojcích bitů přiřadím první další skupině bitů význam skupiny (GROUP) tyto bity určují o jaký mikrokód se jedná. Máme následující skupiny:

skupina	název	význam
000	Clear and Complement	Mazání a nastavování bitů C a registru A. CLA, CLC, CMA, CMC, IAC, …

skupina	název	význam
001	ROT	Rotace a posuvy. LEFT/RIGHT, ARIT/LOGIC, DOUBLE, ... Instrukce: ROR, ROL, ASL, ASR, ...
010	Skip	Skupina podmíněných přeskoků. Bity mikrokódu specifikují podmíku přeskoku následující instrukce.
011	Move	Přesuny mezi registry. Je možno provést přesun mezi libovolnými dvěma registry. (A, B, P, PSW, L, S, T, U, ...)
100		
101		
110		
111	CPU+MMU	Řízení procesoru a MMU

Tabulka 29-11. Některé instrukce SOC-8

code	mnemo	popis
7000	NOP	no operation
7001	DAC	decrement AC
7002	IAC	increment AC
7003		unused/prohibited

29.3.2.3.1. Processor Control and MMU

Instrukce začínající bity `111 111` jsou privilegované instrukce pro řízení procesoru a práci s jednotkou MMU.

Tabulka 29-12.

kód	blok	popis
111 111 000 xxx	MMU	Load DPage with x
111 111 001 xxx		Load IPage with x
111 111 010 000		Load Dpage to AC
111 111 010 001		Load Ipage to AC
111 111 010 010		Load Dpage with AC
111 111 010 011		Load Ipage with AC
111 111 100 000	CPU	Interrupt Enable
111 111 100 001		Interrupt Disable
111 111 100 010		
111 111 100 011		
111 111 100 100		
111 111 100 101		
111 111 100 110		
111 111 100 111		CPU Halt

29.3.3. Rozšíření paměti (MMU)

Protože 4KiW operační paměti není zrovna mnoho, je možné SOC8 rozšířit pomocí jednotky správy paměti schopnost adresovat další RAM.

Jednotka MMU má 8 stránkových registrů. Pro každý režim procesoru. Tyto registry jsou široké 12 bitů. Tyto registry jsou adresovány dvěma nejvyššími bity adresy na adresní sběrnici a dalším signálem I/D který rozlišujem mezi čtením programu a čtením a zápisem dat. Tento signál efektivně rozšiřuje adresu ze 12 na 13 bitů a odděluje prostor programu od prostoru dat.

Takže tyto 3 bity adresují 8 stránkových registrů. Celý adresní prostor počítče je tak rozdělen na 1KiW stránky.

```
0000 +--------+
     | PAGE 0 | 1777
2000 +--------+
     | PAGE 1 | 3777
4000 +--------+
     | PAGE 2 | 5777
6000 +--------+
     | PAGE 3 | 7777
     +--------+
```

Každý stránkový registr obsahuje bity ochrany paměti a bity rozšířené adresy.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|R/O| ? | ? |           :PAGE ADDRESS   :       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Na uvedeném návrhu je pro adresu stránky vyhrazeno 9 bitů. To umožňuje adresovat celkem 512 stránek o velikosti 1KiW což je 512KiW operační paměti. To ja na 12-ti bitový počítač docela dost.

Nejvyšší 3 bity stránkového registru pak specifikují vlastnosti stránky. V bitu b_{11} je informace zdali je stránka jen pro čtení. Pokud ano, je při pokusu o zápis do stránky vyvolána výjimka ochrnany paměti. Zbylé dva bity zatím nemají přidělen žádný význam.

* *Možné použití je například takové že do bitu b_{10} jednotka MMU zapíše jedna při každém přístupu na stránku. Je možné pak sledovat, zdali proces jenž má stránku k dispozici s ní někdy pracoval.*

Operační systém počítač poskytuje procesům službu mapování stránek. Pokud proces o takovou službu požádá operační systém pro něj udržuje seznam přidělených stránek a umožňuje mu tyto přepínat.

Protože minimální počet režimů procesoru je v případě rozšířeného procesoru dva, t.j. uživatelský a systémový. Je celkový počet registrů MMU 16.

> **Poznámka:** Rozšíření počtu stran paměti v adresním prostoru ze 4 na 8 by se mi líbilo. Celkové snížení adresovatelné paměti nevidím jako problém. Problém je, přepínání úloh. Čím menší velikost stránky a větší počet stránek v adresním prostoru procesoru, tím více je stránkových registrů v MMU. A to znamená že při přechodu na jinou úlohu je třeba vyměnit více informací.

29.4. SC-4

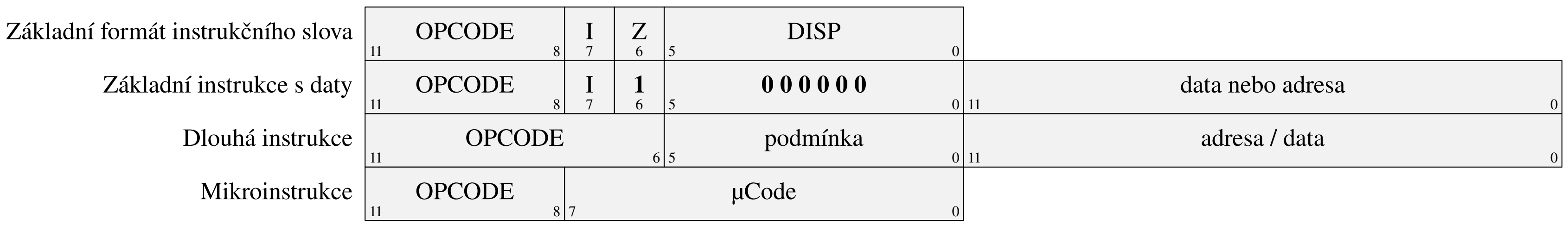
*

SC-4 je 12-ti bitový počítač. Je konstruován jako jednoduchý minipočítač, který je možno rozšířit o další funkční moduly.

Většina instrukcí SC-4 používá jedno slovo, které je rozděleno na 6 bitů operačního kódu a modifikátoru adresy a zbylých 6 bitů obsahuje data nebo část adresy. Mimo to existují instrukce jenž používají dvě slova. Takové instrukce obsahují ve druhém slově 12-ti bitovou adresu, nebo 12-ti bitové datové slovo. Základní instrukční formáty tedy vypadají takto:

Obrázek 29-6. Formáty instrukcí počítače SC-4

Základní formáty instrukcí **SC-4**.



Základní formát instrukčního slova je rozdělěn na tři části. Směrem od nejvýznamnějších k nejméně významným bitum slova to jsou:

- operační kód o velikosti 4 bity
- modifikátor adresy sestávající z bitu I pro nepřímé adresování a z bitu Z pro adresování nulté stránky paměti
- adresy nebo posunutí o velikosti 6 bitů

Bit `I` určuje zdali je použito přímé adresování (hodnota 0), nebo nepřímé adresování (hodnota 1).

Bit `Z` určuje, jestli je následujících 6 bitů adresou slova v nulté stránce paměti (hodnota 0), nebo jestli se jedná o posunutí (DISP) relativně k hodnotě ukazatele instrukcí `PC` (hodnota 1).

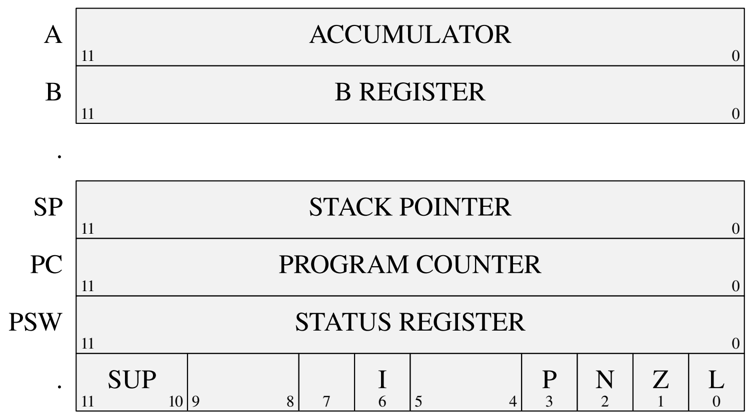
Obrázek 29-7. Instrukce počítače SC-4

Návrh instrukcí **SC-4**:

	11–8	7	6	5	4	3	2	1	0	11–0
.	**0 0 0 0 0 0** (11–6)			OPCODE (5–0)						
MOV	**0 0 0 0 0 1** (11–6)			Sreg (5–3)			Dreg (2–0)			
PUSH	**0 0 0 0 1 0** (11–6)			AC	BC	SP	TP	PSW	PC	
POP	**0 0 0 0 1 1** (11–6)			AC	BC	SP	TP	PSW	PC	
ROT	**0 0 0 1 0 0** (11–6)			A/B	S/R	L/R	COUNT (2–0)			
SVC	**0 0 0 1 0 1** (11–6)			N (5–0)						
I06	**0 0 0 1 1 0** (11–6)			DISP (5–0)						
LDC	**0 0 0 1 1 1** (11–6)			DATA (5–0)						
LDA	**0 0 1 0**	I	Z	DISP (5–0)						
STA	**0 0 1 1**	I	Z	DISP (5–0)						
ADD	**0 1 0 0**	I	Z	DISP (5–0)						
SUB	**0 1 0 1**	I	Z	DISP (5–0)						
AND	**0 1 1 0**	I	Z	DISP (5–0)						
OR	**0 1 1 1**	I	Z	DISP (5–0)						
I40	**1 0 0 0**	I	Z	DISP (5–0)						
I44	**1 0 0 1**	I	Z	DISP (5–0)						
SKIP	**1 0 1 0**	OFFSET (7–6)		COND (5–0)						
JMP	**1 0 1 1**	I	Z	DISP (5–0)						
LJMP	**1 1 0 0**	I	Z	COND (5–0)						ADDRESS (11–0)
CALL	**1 1 0 1**	I	Z	COND (5–0)						ADDRESS (11–0)
OPR0	**1 1 1 0**	CLA	CLL	CPA	CPL	ROT (3–1)			IA	
OPR1	**1 1 1 1**	CLB	CPB							

Obrázek 29-8. Registry počítače SC-4

Návrh registrů **SC-4**.



29.4.1. MMU

*

Počítač SC-4 má v základní výbavě možnost adresovat 4096 slov operační paměti. Protože pro rozsáhlejší úlohy je to málo a rovněž se počítá s multiuživatelským prostředím či spouštěním více programů současně, je pro něj připravena jednotka správy paměti. Tato jednotka se instaluje mezi procesor a paměť. Jednotka kombinuje informaci na adresových vodičích A11 a A10 a informaci o právě probíhající instrukci s informací ve svých registrech a sestavuje fyzickou adresu jenž může obsahovat až 19 bitů. Maximální velikost připojené paměti je tedy 512K slov, což je více než dostatečné i pro multiuživatelský operační systém umožňující provozovat mnoho programů současně. V praktickém nasazení se počítá s mnohem menšími velikostmi operační paměti od 16K do 64K slov.

Nejvyšší dva bity adresy určují který ze 4 bloků paměti je adresován. Další informace která se používá k rozhodování je informace o právě probíhající instrukci. Jednotka MMU ví, jestli procesor čte instrukci, nebo jestli čte či zapisuje data. Toto umožňuje oddělit adresní prostor programu a dat. Efektivně má tedy jednotka k dispozici tři bity `I/D`, `A11` a `A10`. Tyto určují který z osmi registrů se použije při tvorbě adresy. Obsah pole `PAGE` které má 9 bitů se připojí ke zbývajícím 10-ti bitům adresy a vytvoří tak 19-ti bitovou fyzickou adresu.

Obrázek 29-9. MMU počítače SC-4

Návrh MMU pro **SC-4**. Prostor adresovatelný CPU

	Blok	Od	Do
.	BLOK 0	0000	1777
.	BLOK 1	2000	3777
.	BLOK 2	4000	5777
.	BLOK 3	6000	7777

Registry MMU

	11	10	9	8 – 0
MMUCTL	EN		(9–6)	(5–0)
MMUB0I		HIT	INT	PAGE
MMUB1I		HIT	INT	PAGE
MMUB2I		HIT	INT	PAGE
MMUB3I		HIT	INT	PAGE
MMUB0D	RO	HIT	INT	PAGE
MMUB1D	RO	HIT	INT	PAGE
MMUB2D	RO	HIT	INT	PAGE
MMUB3D	RO	HIT	INT	PAGE

29.5. SOC-240

*

24 bitový procesor/počítač/architektura.

Při návrhu tohoto procesoru vycházím ideově z architektury 65.

Výchozí požadavky, pracovní verze:

- Nejmenší adresovatelná velikost paměti 6, 9 nebo 12 bitů.
- Registry CPU délky 18 nebo 24 bitů. Větší registry by konstrukci poněkud prodražili.
- Počet univerzálních registrů 8 nebo 16.
- Instrukce s variabilní délkou v násobcích 9 nebo 12 bitů.
- Schopnost zpracovávat textové informace s 6, 9 nebo 12-ti bity na znak.
- Velikost adresovatelného prostoru dána 24 bitovou adresou. Tedy 16M základních adresovatelných jednotek.
-
-

Obrázek 29-10. Formát instrukčního slova SOC-120

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0 |    Op Code    |     Rs      |    Rd     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   1 |    Op Code    |     Rd      |    Rx     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    Rb     |              DISP                   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   0 |    Op Code    |     L1      |    Rx     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    Rb     |              DISP                   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1 |    Op Code    |           I             |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    Rb     |              DISP                   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 29-13. Plánované instrukce

mnemo	formáty	popis
ADD		
SUB		
AND	RR	logický bitový součin
OR	RR	logický bitový součet
XOR	RR	logický bitový exkluzívní součet
NOT	RR	bitová negace
ROT	RR	Rotace
CMP	RR	porovnání dvou hodnot a nastavení příznaků
MOVE	RR	přesun mezi registry
LOAD		
STORE		
LA		load address
BRANCH		skok na adresu
BAL		volání podprogramu

Tabulka 29-14. Návrh prostoru instrukčních kódů:

code	mnemo	format	operands	name
00				
01	SVC	I	nn	Supervisor Call

code	mnemo	format	operands	name
02				
03				
04				
05				
06				
07				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
20				
21				
22				
23				
24				
23				
...				
76				
77				

29.6. SOC-168

Jednoduchý 12-ti bitový procesor/počítač inspirovaný architekturou 12-ti bitových počítačů jako jsou CDC-160 a PDP-8. Procesor je projektován jako experiment v simulaci procesorů. Elektronický návrh není předmětem.

Předpoklady, výchozí podmínky:

- 12-ti bitová architektura
- šířka datového/instrukčního slova 12 bitů
- šířka adresy 12 bitů

29.6.1. Registry

Procesor má řadu registrů. Nejdříve uvedu souhrnnou tabulku a pak je podrobně popíši.

Tabulka 29-15. Registry procesoru SOC-168

AC1	První akumulátor
AC2	Druhý akumulátor
PC	Čítač instrukcí. Ukazatel na instrukci.
LINK	Návratová adresa z podprogramu.

Rozhodl jsem se že v procesoru implementuji dva kumulátory. Očekávám že mi to dá větší prostor k vyjádření při programování. Jsou označeny symbolickými jmény AC1 a AC2.

Registr PC, tedy ukazatel na instrukci, vždy ukazuje na další instrukci. K jeho zvětšení (o 1) dochází v průběhu operace FETCH, tedy v průběhu nahrávání instrukce z paměti. V okamžiku vykonávání instrukce ukazuje již na instrukci následující.

29.6.2. Úvahy, jimiž se konstrukce SOC168 řídila

Základní představou bylo navhrnout jednoduchý, procesor inspirovaný proceosry/počítači CDC 160 a 63.1.2. Výchozími požadavky je, aby byl použitelný alespoň v takovém rozsahu jeko zmiňované dva počítače. Dalším požadavkem bylo vyhnout se některým aspektům navrhu PDP-8 a CDC-160 které mi velmi vadily. Začnu tedy postupný sled úvah jenž mají vyvrcholit konstrukcí simulátoru.

Jak jsem již začal, inspirovali mne 12-ti bitové počítače. Oba dva mají v základní charakterístice 12-ti bitové datové slovo a schopnost adresace 4KiW operační paměti 12-ti bitovou adresou. V prvním plánu neuvažuji o nějakém rozšíření operační paměti o mechanismus paměťových bank.

Stejně jako předlohy z nichž vycházím, i SOC168 bude mít minimum registrů. Tyto jsou:

Registr	Obsah	Popis
P	Program Counter	Ukazatel instrukcí programu. Ukazuje vždy na instrukci která je následující po právě zpracovávané instrukci.
A	Accumulator	Střadač. Cíl všech artimeticko-logických instrukcí.
L	Link Address	Speciální registr kam je ukládána návratová adresa při volání podrogramu.
PSW	Program Status Word	Registr příznaků a dalších nastavení.

Nedostatek registrů chci kompenzovat machanismem přístupu k takzvané Zero Page. Oblasti na začátku paměti. Tato paměť je dostupná tak snadno že ji leze považovat za registry.

A postupně se dostávám k instrukcím. Velmi se mi líbí jednoduchost instrukcí počítače PDP-8 jehož instrukční slovo má velmi jednoduchou strukturu.

```
+--------+------+-------------+
|   op   | mode |     addr    |
+--------+------+-------------+
```

Počet bitů pole `op` je v případě PDP-8 3 v případě CDC-160 4. To u PDP-8 dává prostor pro 8 instrukcí. PDP-8 jich má jen 7. Kód osmé instrukce má dolišný význam. Z těchto 7 instrukcí jsou 2 aritmeticko/logické (ADD a AND), 1 (STORE) ukládá obsach akumulátoru do paměti, 3 instrukce skoku (JSZ, JMS a JMP) a poslední je I/O instrukce IOT.

Minimalizace instrukčního souboru je velmi chytrá. Čím míň instrukcí, tím jednodušší realizace obvodů ALU a dekodéru instrukcí. Velmi hezké je vypuštění instrukce LOAD jenž se dá nahradi dvojicí instrukcí.

```
CLA              / 0⟶AC
TAD      M       / A + mem(M)⟶ A
```

Mohli bychom také požít jinou dvojci instrukcí, založenou nikoliv na sčítání ale na operaci AND.

```
STA              / 7777⟶AC
AND M        / A and mem(M)⟶AC
```

Před dalšími úvahami se pokusím napsat seznam naprosto nezbytných instrukcí. PDP-8 má celkem 8 instrukčních kódů. Jsou to: AND, TAD, ISZ, DCA, JMS, JMP, IOT a OPR. Osobně se domnívám, že lze instrukce JMS A JMP sjednotit do jedné instrukce skoku a to BAL s následující sémantikou:

PC⟶LINK; addr⟶PC

Kód na který se skáče má pak možnost obsah registru LINK ignorovat, Nebo v případě že se jedná o proceduru jej uschovat.

```
        BAL FCE
...
FCE:    LINK⟶AC
        ST STACK--
        # Kód podprogramu
 LD ++STACK
        AC⟶LINK
        RET     # LINK⟶PC
```

Dalším možným zdrojem úspory v operačních kódech je změnit fungování I/O z instrukce IOT na práci s pamětí. Prostě zrušit kompletně IOT a nahradit ji periferiemi mapovanými do adresního prostoru.

Po všech změnách se pak můžeme dostat k následujícímu seznamu instrukcí.

opcode	**mnemonic**	**popis**
000	ADD	operand + AC ⟶ AC
001	AND	operand ∧ AC ⟶ AC
010	ST	AC ⟶ memory(operand)
011	BAL	PC⟶LINK; operand⟶PC
100	OR	
101	XOR	
110	MOP	Bitfield textmucode operation
111	CO	Coprocessor operation.

textmuOP		
opcode	**mnemonic**	**popis**
0xx xxx xxx	MO1	Rotate operations
10c ccc fff	MO2	Conditional operations
11x xxx xxx	MO3	Extended operations

MO0		
opcode	**mnemonic**	**popis**

MO0		
opcode	**mnemonic**	**popis**
000 000 000	NOP	No Operation
010 000 000	CLA	0⟶A
001 000 000	CLC	0⟶C
000 100 000	NOTA	¬A⟶A
000 010 000	NOTC	¬C⟶C
000 001 000	IA	A+1⟶A
000 000 100	ROR	Rotate CA Right
000 000 010	ROL	Rotate CA Left
000 000 001	T	Rotate Twice if ROR or ROL
000 000 001	BSW	Byte Swap A if not ROR or ROL

MO1		
opcode	**mnemonic**	**popis**
10c ccc fff	MO2	
Conditions		
100 000 fff		Never
100 001 fff		
100 010 fff		
100 011 fff		
100 100 fff		
100 101 fff		
100 110 fff		
100 111 fff		
101 000 fff		
101 001 fff		
101 010 fff		
101 011 fff		
101 100 fff		
101 101 fff		
101 110 fff		
101 111 fff		Always
Functions		
10c ccc 000		
10c ccc 001	S	Skip on condition
10c ccc 010		
10c ccc 011		
10c ccc 100	TLA	L⟵A
10c ccc 101	TAL	A⟵L
10c ccc 110	RET	L⟶P
10c ccc 111	HLT	Halt

MO1		
opcode	**mnemonic**	**popis**
110 000 000	MO2	
110 000 001		
110 000 010		
110 000 011		
110 000 100		
100 000 101		
100 000 110		
100 000 111		
100 111 111	HLT	Halt processor.

Pokusím se nejprve navrhnout instrukční slovo. Zkusil jsem vyjít z PDP-8 s tím že:

- Adresní mód pracující s aktuální stránkou jsem nahradil módem relativním k PC
- V módu relativním k PC je jedna speciální výjimka, která umožňuje načíst 12 bitový Literál ze slova následujícího za instrukcí.
- Pokusně jsem rozšířil pole operačního kódů ze tří na 4 bity a to na úkor adresního pole.
-

Výsledek těchto změn je vidět na následujícím obrázku.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---|
|      OP       | M |D/I|Z/R|    Address/Literal    |
|---------------+---+---+---+-----------------------|
|        OP         |D/I|Z/R|    Address/Literal    |
|-------------------+---+---+-----------------------|
|        OP         |          Microcode            |
|-------------------+-------------------------------+

 OP - 4-bit opcode
 D/I - Direct/Indirect
 Z/R - Zero(Direct) Page / PC Relative
 M   - modifier
 Address/Literal - 6 bit address / 6 bit sign extended literal
 Microcode - Bit filed microcode similar to PDP-9 OPR
```

* *EDITMARK:*

Instrukční slovo sestává z několika částí. Spodních 6 bitů slouží jako hodnota, adresa či offset. Záleží na jednotlivých instrukcích ale hodnota zde by měla být v rozsahu od -32 do 31 vyjádřená dvojkovým doplňkem. Horních 6 bitů tvoří operační kód. Tento je v případě některých instrukcí dále strukturován.

Tabulka 29-16. Tabulka Instrukcí SOC-168

Opcode	Mnemonic	Popis
000 0mm xxx xxx		unused
000 1mm xxx xxx		unused
001 0mm aaa aaa	LD	Load AC

Opcode	Mnemonic	Popis
001 1mm aaa aaa	ST	Store AC
010 0mm aaa aaa	AND	Value $\wedge$ AC $\longrightarrow$ AC
010 1mm aaa aaa	OR	Value $\vee$ AC $\longrightarrow$ AC
011 0mm aaa aaa	XOR	Value xor AC $\longrightarrow$ AC
0111 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1000 mm aaaaaa	ADD	Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1001 mm aaaaaa	SUB	Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1010 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1011 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1100 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1101 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1110 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
1111 mm aaaaaa		Value oper AC $\longrightarrow$ AC
110 cc m		Jump and Link
111		nevyužito, rezerva

Zvažoval jsem různé adresní módy pro instrukce. Z úvah vyšlo že chci určite mód přímý (immediate) při kterém je 6 bitů adresního pole chápáno jako přímá hodnota v rozsahu od -32 do 31. Bit 5 slouží jako znaménko a pro účely instrukcí se replikuje do bitů 6 až 11 na 12-ti bitovou hodnotu.

Dále potřebuji adresovat hodnoty přímo v paměti. 6 bitů ovšem umožňuje adresovat jen 64 slov. Velmi se mi líbí relativní adresní mód kdy je těchto 6 bitů po rozšíření na 12 přičteno k čítači instrukcí a takto vzniklá adresa je použita k získání hodnoty z adresovaného slova.

Třetí možnost, Zero Page, "rozšiřuje" počet registrů o snadno dosažitelných 64 slov na začátku paměti na adresách 0000-0077.

Poslední, čtvrtá možnost, kombinace adresních bitů 11 není zatím implementována a je určena pro budoucí rozšíření.

Tabulka 29-17. Význam bitů pole adresního módu instrukce SOC-168

bity Z,I	název	význam
00	Direct Page	mem(DP+Address) $\longrightarrow$ AC
01	Direct Page Indirect	mem(mem(DP+Address)) $\longrightarrow$ AC
10	Immediate	sign extended(Literal) $\longrightarrow$ AC
11 Addr$\neq$0	PC Relative Indirect	mem(PC+Address) $\longrightarrow$ AC
11 Addr=0	Immediate 12bit Literal in following Word	mem(PC)$\longrightarrow$AC; PC+1$\longrightarrow$PC

Adresní mód PC Relative má jednu zvláštnost. Pokud je hodnota adresního pole 0, tedy když se odkazuje na slovo následující za právě vykonávanou instrukcí, dojde po načtení hodnoty z tohoto slova k automatické inkrementaci čítače instrukcí PC.

```
xxx r 01 000000     Instruction PC-Relative 0
vvvvvv vvvvvv       Přímá 12-ti bitová hodnota
```

V krátké tabulce instrukcí je jen jedna instrukce skoku. Tato se používá nejen jako instrukce skoku ale také jako instrukce volání podporgramu. Funguje tak že obsah čítače instrukcí PC se uloží do speciálního registru LINK a poté je do PC nahrána cílová adresa. Podprogramy pak mají možnost hodnotu registru LINK uschovat, například na zásobník.

29.6.2.1. Strukturovaný soubor instrukcí

Strukturovaný soubor instrukcí mne napadl při prvním pokusu os sestavení instrukčního souboru pro SOC168. Práce sestává ze dvou kroků.

1. Definování polí
2. Rozmístnění polí do několika typů instrukcí

Nejdříve samotná pole. Snažím se, aby byla tříbitová. V následujícím kroku se budu snažit aby byla zarovnána s trojcemi bitů v instrukčním slově tak, že každá okatlová číslice bude kódovat nějakou hodnotu pole. Tento přístup trochu zkomplikuje vytvoření instrukční sady ale na druhou stranu velmi usnadní „vhled" programátora přímo do strojového kódu počítače.

29.6.2.1.1. Operační kód

Tato část instrukce kóduje samotnou instrukci a formát instrukce. Máme k dispozici 8 kódů které a 1 instrukční formát.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  opcode    |  modifier |    address/literal    |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

V operačním kódu jsou kódovány instrukce, jenž potřebují přímý přístup do paměti, nebo přímou literální hodnotu. Vzhledem k omezenému počtu možností je třeba vybírat uvážlivě. Proto proberu jednotlivé možnosti.

AD

Instrukce sčítání. Obvykle má procesor dvě základní instrukce sčítání a to ADD a ADC. První provádí sčítání A+val⟶C,A a druhá provádí C,A+val⟶C,A. Liší se tedy tím, jestli je do sčítání zahrnut i byt přenosu C (Cary). Domnívám se že v praxi se lze omezit jen na jednu formu instrukce a to ADC. Vhodného efektu dosáhneme tím, jestli před sčítání C bit nastavíme, smažeme nebo necháme být.

```
# Implementace ADD
CLC
AD  value
```

SB

Instrukce odečítání. Jako obvykle má procesor dvě základní instrukce pro odečítání a to SUB (A-value⟶C,A) a SBC/SBB (C,A-value⟶C,A). Vzhledem k nízkému počtu operačních kódů navrhuji tuto instrukci nazavádět. Lze ji totiž realizovat pomocí negace a sčítání.

```
# Implemantace SBC/SBB
ST      TMP     # uschování -1 do TMP
CLA             # 0⟶A
AD      value
NA              # -A⟶A
AD      TMP

# Implementace SBC/SBB immediate (C,A - immediate ⟶ C,A)
AD      -const
```

```
# Implementace SBC/SBB
ST      TMP
LD      value
NA              # -A⟶A
AD      TMP
```

AN

AND je jedna ze skupiny logických instrukcí (AND,OR,XOR,NOT).

OR

Instrukci OR je možné realizovat softwarově.

LD

Instrukce Load nahraje hodnotu do akumulátoru. (value⟶A). Tuto instrukci je možné realizovat softwarově, stejně tak jako u počítače PDP-8 který ji nemá v základním souboru instrukcí.

```
# LD pomocí AN
CLA, NA         # 7777⟶A  (všechny bity 1)
AN      value
```

```
# LD pomocí AD
CLA             # 0⟶A  (všechny bity 0)
AD      value
```

ST

Instrukce Store uloží obsah akumulátoru do paměti.

BAL

Instrukce **BAL** je jediná instrukce skoku. Je udělána tak, aby pokryla všechny potřeby skoků. Používá standardní adresní možnosti jako všechny základní instrukce. Funkce vykonává postupně následující operace.

```
1. Operand ⟶ MAR
2. P ⟶ L
3. MA ⟶ P
```

Uložení adresy instrukce následující za instrukcí skoku do registru L umožňuje realizovat podprogramy.

opcode	mnemo	popis
000	AD	
001	AN	
010	OR	
011	LD	
100		
101	ST	
110	BAL	
111	μcode	

Přemýšlím, které operační kód ještě do tabulky zahrnout. Jesli vložit OR,LD, jestli definovat instrukci pro „koprocessor“, atd.

Zbývajících 9 bitů instrukce od bitu 8 do bitu 0 určují operand. Horní tří bity 8-6 určují adresní mód a v závislosti na jejich hodnotě určují spodní bity přímou hodnotu, adresu nebo offset.

Mode	Name	Syntax	Effective Address	Operand Value
000	Literal	#n	???	Sign Extended [$b_5 \dots b_0$]
001	Zero Page Register	n	addr	mem[addr]
010	Zero Page Indirect	(n)	mem[addr]	mem[mem[addr]]
011	ZPI Post Increment	(n)+	mem[addr]; Inc(mem[addr])	mem[mem[addr]]
100	ZPI Pre Decrement	-(n)	Dec(mem[addr]); mem[addr]	mem[mem[addr]]
101	Register Indirect		A+offset	mem[A+offset]
110	PC Relative		PC+offset	mem[PC+offset]
111	PC Relative Indirect		mem[PC+offset]	mem[mem[PC+offset]]

```
000   n     ;ZP
001  (n)    ;ZP
010  (n)+   ;ZP
011 -(n)    ;ZP
100  #n
101  ((n))  ;ZP
110  ([n])  ;PC   mem[n+PC]
111  [n]    ;PC
```

Podrobný popis adresních módů.

Přímý krátký literál.

Obsah adresního pole, bity $b_5 \dots b_0$ je interpretován jako hodnota. Před použítím je znaménkový bit b_5 replikován do všech bitů vyššího bajtu. Tedy dojde k rozšíření znaménka. Tímto způsobem je možné přímo zapsat hodnoty v rozsahu od -32 do 31.

```
M undefinedO ⟵ Sign Extend b5...b0
```

Zero Page Register

```
M ⟵ 000000b5...b0
O ⟵ mem[M]
```

Zero Page Indirect

```
M ⟵ 000000b5...b0
O ⟵ mem[M]
M ⟵ O
O ⟵ mem[M]
```

Zero Page Indirect Post Increment

```
M ⟵ 000000b5...b0
O ⟵ mem[M]
M ⟵ O
O ⟵ mem[M]
...
```

Zero Page Indirect Pre Decrement

```
M ⟵ 000000b5...b0
O ⟵ mem[M]
O ⟵ O-1
mem[M] ⟵ O
M ⟵ O
O ⟵ mem[M]
```

...

```
M ⟵
O ⟵ mem[M]
```

...

```
M ⟵
O ⟵ mem[M]
```

...

```
M ⟵
O ⟵ mem[M]
```

29.6.2.2. Tak trochu odlišný přístup

Tato sada instrukcí mne napadla po náhledu na instrukce PDP-11.

\# Registry procesoru
R0
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7 - PC

Dvouoperandové instrukce.

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  Opcode    |  Dest Reg | Addr Mode /  Src Reg  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Jednooperandové instrukce.

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        Opcode          | Addr Mode /  Src Reg  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Jednoregistrové instrukce.

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|              Opcode                |  Src Reg  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Přehled instrukcí.

```
000 ddd sss sss  AD Rd,src
001 ddd sss sss  AN Rd,src
010 ddd sss sss  OR Rd,src
011 ddd sss sss  LD Rd,src
100 sss ddd ddd  ST Rs,dst
101 lll sss sss  BAL Rl,src   ;R7⟶Rl, src⟶R7

110 000 ddd ddd
110 001 ddd ddd
110 010 ddd ddd
...............
110 111 000 rrr RET Rr        ;Rr⟶P7
110 111 001 rrr
110 111 010 rrr
; Rotace a posuvy
111 000 nnn rrr ROR
111 001 nnn rrr ROL
111 010 nnn rrr ASR
111 011 nnn rrr ASL
; Podmíněné instrukce přeskoků.
111 100 ccc ofs SKIP ccc, ofs
111 101 rrr rrr XOR
111 110 rrr rrr
111 111 rrr rrr
```

29.6.2.3. RISC like Load/Store architektura

Pokus modelovat instrukční sadu podle procesorů třídy RISC.

```
00f fff ddd sss  ffff(Rs,Rd)⟶Rd
010 fff fff ddd  ffffff(Rd)⟶Rd
011 fff fff fff
100 ddd sss sss  Load Rd, src
101 sss ddd ddd  Store Rs, dst
110 LLL ddd ddd  BAL Rl, dst
111 ... ... ...
```

29.6.2.4. Jednoduchost návrhu

Nejdříve registry počítače.

- A — akumulátor
- P — Program Counter / Instruction Pointer

- L — Link Address (one level hardware stack)
- MAR — Memory Address Register, jediný registr umožňující adresovat operační pamět
- MDR — Memory Data Register, datový registr pro čtení a zápis do operační paměti.
-

Realizace adresního módu *Zero Page Indirect Post Increment*.

```
        ; Zero Page Indirect  Post Increment
        000000b5...b0 ⟶ MAR
        mem[MAR] ⟶ MDR    ; Získání obsahu slova v ZP.
        MDR ⟶ MAM
        MDR ⟶ MAR         ; Získané slovo je adresa
        mem[MAR] ⟶ MDR    ; Přečteme data z uvedené adresy
        MDR ⟶ OP2
        ; Post Increment
        inc(MAM)
        MAM ⟶ MDR
        000000b5...b0 ⟶ MAR
MDR ⟶ mem(MAR)
```

29.7. SOC-22

Předběžný návrh procesoru inspirovaného PDP-11.

Procesor obsahuje cca 8 základních registrů

Tabulka 29-18. Registry SOC-22

registr	funkce	popis
R0	Accumulator	implicitní zdroj/cíl instrukcí které nespecifikují registr
R1		
R2		
R3		
R4		
R5	Frame Pointer	
R6	Stack Pointer	Ukazatel na vrchol zásobníku návratových adres
R7	Program Counter	čítač instrukcí, ukazatel na vykonávanou instrukci

Obrázek 29-11. Formáty instrukcí SOC-8

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|       OPCODE          |   SREG    |   DREG    |   RR instrukce
```

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        OPCODE         |  MODE   |   REG     |   RM instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        OPCODE         |       Immediate       |   Immediate
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        OPCODE         |        Offset         |   Branch instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|              OPCODE               |   REG     |   R instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                    OPCODE                     |   Implicitní instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

```
ADD R,R
ADC R,R
SUB R,R
SBC R,R

AND R,R
OR  R,R
XOR R,R

INC R
DEC R

BR CC, offset
PUSH R
POP R

JMP Addr
JMP (Addr)
JMP R
CALL Addr
RET
```

29.8. Různé úvahy na téma 12 bitových CPU

29.8.1. Akumulátorový, jednoduchý procesor

Při svých úvahách jsem se zabýval i možností konstrukce procesoru s jedním akumulátorem. Opět inspirován jednoduchostí PDP-8 jsem přišel s následujícím instrukčním formátem.

Obrázek 29-12.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  o p c o d e  | mode  |     a d d r e s s     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Stejně jako u PDP-8 je instrukční slovo rozděleno na tři části.

- operační kód
- adresní mód
- adresa

Oproti PDP-8 jsem se rozhodl kódovat adresní mód jiným způsobem. Místo přiřazení vlastností jednotlivým bitům, jsem se rozhodl očíslovat možné kombinace bitů a těm přiřadit adresní mód. To mi umožní zavést adresní módy které u PDP-8 nejsou možné, případně na které by bylo nutno rozšířit počet bitů specifikujících adresní mód.

Zvažoval jsem jaké módy zavést. Protože jednoakumulátorový procesor trpí nedostatkem registrů, je nutné tento nějak kompenzovat. V případě PDP-8 je tak činěno pomocí adresního módu nulté stránky paměti a aktuální stránky paměti. Rovněž je potřeba realizovat nepřímé adresování (*Indirect*, *Deferred*). Zcela určite jsem se rozhodl použí přímé a nepřímé adresování v nulté stránce.

Dále potřebuji možnost jak zavést jednoduše velké literály. U PDP-8 se musí tyto uložit buďto do nulté stránky v paměti, nebo do kódu v aktuální stránce. Pro jejich načtení se pak použije mód nulté nebo aktuální stránky. Nutlá stránka je malá a aktuánlí stránku nechci zavádět. Jednou z možností je použít následující buňku za instrukcí. Toto mě vede k adresnímu módu relativnímu k čítači instrukcí. Načtení dlouhého literálu z buňky za instrukcí je pak speciální případ adresování relativně k PC.

Tabulka 29-19. Adresní módy

mód	syntaxe	popis	název
00	n	EA≡0n; OP=mem[0n]	Zero Page
01	(n)	EA≡mem[0n]; OP=mem[EA]	Zero Page Indirect
10	PC(n)	EA≡PC+n; OP≡mem[EA]	PC Relative
10	#nn	EA≡PC+0; OP≡mem[PC+0]; PC++	Long Literal
11		OP=SignEx(b5-b0)	Nevyužito, nebo přímý krátký literál.

Protože jsem ponechal pro kód instrukce 4 bity, je možno zavést větší počet instrukcí než má PDP-8. Chtěl bych zavést instrukce pro sčítání a odčítání, pro logické operace OR, AND, NOT, skoky, rotace.

Tabulka 29-20. Instrukce

kód	zápis	popis	poznámka
0000	ADD op	A+op⟶A	
0001	SUB op	A-op⟶A	
0010	LD op	op⟶A	
0011			
0100	OR op	op ∨ A ⟶ A	
0101	AND op	op ∧ A ⟶ A	
0110	XOR op	op xor A ⟶ A	
0111	NOT op	¬op ⟶ A	
1000	INC op	mem[EA]--	
1001	DEC op	mem[EA]++	

kód	zápis	popis	poznámka
1010	ST op	store: A⟶mem[EA]	
1011	SKIP	if Cond then PC+offset⟶PC	4 bity kódují podmínku a 4 bity offset
1100	JSR op		Skok do podprogramu
1101	JMP op		Skok
1110	GRPE		Rozšiřující instrukce
1111	GRPF		Rozšiřující instrukce

29.8.2. Registrová architektura

Jinou konstrukcí je použití více registrů. Inspirace v této konstrukci pochází z PDP-11.

Obrázek 29-13.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    opcode     |  DST REG  |SRC MOD|  SRC REG  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


 Čtyř akumulátorový/registrový procesor  PC je R3
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|      O P C O D E      | D REG | S MOD | S REG |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


 Dvouakumulátorvý procesor
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|      O P C O D E      |A/B| i  I/J|   OFFS    |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 29-14. Registry

```
+----+-
| R0 | A
| R1 | B
| R2 | C
| R3 | PC
+----+------
| R4 |
| R5 | SP
| R6 | Link
| R7 | Program Counter
+----+
```

Obrázek 29-15. Adresní módy

```
+-----+-------+
| mod |syntax |
+-----+-------+
| 000 |   R   |
| 001 |  (R)  |
| 010 |  (R)+ |
| 011 | -(R)  |
+-----+------
| 100 |
| 101 |
| 110 |
| 111 |
+-----+------
```

29.8.3. Architektura 12-ti bitová, bajtově orientovaná

Asi hloupý nápad. Architektura která má 6-ti bitový bajt a paměť organizovanou do 2_{12} 6-ti bitových bajtů.

Oprototi architektuře 2_{12}*12 má taková architektura v podstatě poloviční paměť. Komunikace po 6-ti bitové sběrnici bude mít taky poloviční výkon.

Ale instrukční sada by mohla být velmi, velmi hezká pokud by se prealizovala po bajtech, stejně jako u IBM 360 a DEC VAX. Tedy první bajt je operační kód. Podle prvních dvou bitů operačního kódu se pozná kolik formát a tím pádem kolik dalších bajtů, popisujících operandy se bude načítat. Jednotlivé operandy pak mohou být specifikovány jedním nebo dvěma bajty následovně.

```
  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E     |    Implicit
+---+---+---+---+---+---+

  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E     |    | R E G 1 | R E G 2 |    RR
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+


  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E     |    | R E G 1 | R E G 2 |    | I N D E X |  OFFSET   |    RX
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+


  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+
|  M O D   |   R E G   |    R
+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
|  M O D   |   R E G   |    | I N D E X |  OFFSET   |   RX
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
```

Instrukce by tedy mohla mít délku od 1 až do třeba 7 bajtů. Ovšem toho času co by si to vzalo než by se taková instrukce dekódovala až k získání zdrojových operandů a efektivní adresy kam uložit výsledek.

Tabulka 29-21. Tabulka instrukcí

kód	mnemo	popis	poznámka

29.8.4. IBM like

Architektura inspirovaná IBM.

```
 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        Op Code        |    R1     |    R2     |    RR
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


 11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        Op Code        |    R1     |    X2     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+    RX
|    B2     |                D2                 |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


11  10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|     Op Code     |  R1  |  R2  |    RR
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+


11  10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+   +--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|     Op Code     |  R1  |  X2  |   |  B2  |            D2            |    RX
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+   +--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+


  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+
|      O P C O D E      |    Implicit
+---+---+---+---+---+---+

  5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
|      O P C O D E      |    | R E G 1 | R E G 2 |    RR
+---+---+---+---+---+---+    +---+---+---+---+---+---+
```

29.8.5. RISC inspirovaná Load/Store architektura

Výchozí požadavky jsou:

- Žádné složité adresní módy. Jedna instrukce smí pracovat jen s jednou paměťovou buňkou.
- Více registrů.
-

•

Tedy žádné složité adresní módy u všech instrukcí. Architektura s více registry a LOAD/STORE přístupem k paměti.

Obrázek 29-16.

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E       |   D S T   |   S R C   |    RR - Register Register
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E       |   S R C   | LITERAL   |    RI - Register Immediate
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E       |   I D X   |   R E G   |    LOAD/STORE Instrukce
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|     O P C O D E       |           |   R E G   |    12 bit Immediate, JUMP, CALL
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|          A D R E S A  /  D A T A              |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 29-22. Tabulka instrukcí

kód	mnemo	popis	poznámka
000 000			
000 001			
000 010 ddd sss	ADD Rs,Rd	Rd+Rs⟶Rd	
000 011 ddd sss	ADC Rs,Rd	Rd+Rs+C⟶Rd	
000 100 ddd sss	SUB Rs,Rd	Rd-Rs⟶Rd	
000 101 ddd sss	SBC Rs,Rd	Rd-Rs-C⟶Rd	
000 110 bbb aaa	CMP Ra,Rb		Compare Ra,Rb and set flags
000 111			
001 000 ddd sss	AND Rs,Rd	Rd∧Rs⟶Rd	
001 001 ddd sss	OR Rs,Rd	Rd∨Rs⟶Rd	
001 010 ddd sss	XOR Rs,Rd	Rd xor Rs ⟶Rd	
001 011 ddd sss	NOT Rs,Rd	¬Rs⟶Rd	
001 100 000 rrr	INC Rr		
001 100 001 rrr	DEC Rr		
001 100 010 rrr	ROR Rr		
001 100 011 rrr	ROL Rr		
001 100 100 rrr	ASL Rr		
001 100 101 rrr	ASR Rr		
001 100 110 rrr			
001 100 111 rrr			
001 101			

kód	mnemo	popis	poznámka
001 110			
001 111			
010 ccc ddd ddd	Bc d	If condition then PC+d⟶PC	Podmíněný skok relativní.
011 ccc 000 sss	Bc d	If condition then Rs⟶PC	Podmíněný skok.

29.8.6. Řadiče

Jedním ze způsobů „vylepšení" architektury 12-ti bitových počítačů by mohl být systém řadičů.

Řadič je samostatný procesor se specializovaným hardare a s vlastním programem. Funkcionalita řadiče je dána jednak jeho konstrukcí, použitím a propojením speciálních funkčních bloků. Druhým způsobem modifikace funkcionality je programování řadiče. Tedy ty funkce které je třeba vykonávat často a rychle jsou realizovány specializovaným hardware. Zbytek je realizován programem. Tím získáme vysoký výkon specializovaných operací při velké variabilitě funkčnosti dané programem.

Řadič tvoří most mezi vnějším prostředím a počítačem. Je to takový komunikační kanál na jehož vnějším konci je V/V zařízení. Druhou stranou je připojen přímo do paměti počítače. Je toho dosaženo buď to tak, že řadič sdílí část operační paměti počítače. Nebo pro zvýšení výkonu má vlastní paměť, kterou může druhou branou adresovat počítač. V takové konfiguraci může být počítač připojen k většímu počtu plně samostatně fungujících a nijak se neovlivňujících řadičů pracujících každy na plný výkon.

Pro jednoduchost navázání na architekturu počítače je šířka slova v paměti řadiče stejná jako šířka slova hlavního počítače, Tedy 12 bitů. Jejich adresní schopnosti jsou ovšem jednodušší. Tato jednoduchost je dána tím že řadič je specializovaný na nepotřebuje velký objem paměti a na druhou stranu umožní zjednodušit instrukční soubor a elektroniku řadiče tak aby při tom podávala velký výkon. Předpokládám jen instrukce dvou základních tvarů, jak je uvedeno na obrázku.

Obrázek 29-17. Instrukční formáty pro 12-ti bitový řadič

```
 11               0
+-------+-----------+    Obecný tvar instrukce s adresou.
|  Kód  |   Adresa  |    Kóduje běžné instrukce a instrukci F.
+-------+-----+-----+
|  110  |  ff |  p  |    IO instrukce
+-------+---+-+-----+
|  111  | g |  μkód |    Mikroinstrukce bez adresy.
+-------+---+-------+
```

Instrukční soubor je velmi inspirován počítačem PDP-8. Hlavním důvodem je jednoduchost hardware řadiče. Předpokládám více specializovaných řadičů v počítači a není důvod aby jejich elektronika byla zbytečně komplikovaná tam kde nemá být. Výkon řadiče je v specializovaném hardware a ne v univerzálním procesoru.

Tabulka 29-23.

kód	název	popis
000 aaa aaa aaa	ADD a	Sčítání: AC+mem[a]⟶AC
001 aaa aaa aaa	AND a	Logický součin: AC∧mem[a]⟶AC
010 aaa aaa aaa	OR a	Logický součet: AC∨mem[a]⟶AC

kód	název	popis
011 aaa aaa aaa	F a	Specializovaná funkce. F(mem[a])
100 aaa aaa aaa	ST	
101 aaa aaa aaa	B a	Pokračování programu na adrese *a*.
110 fff fff ggg	IO f,p	IO operace f na portu p
111 gbb bbb bbb	μCODE	μbits. První bit nebo bity mohou specifikovat mikroinstrukční řetězec.

Instrukce ADD umožňuje realizovat základní aritmetické instrukce jako je sčítání, odčítání, inkrementace a dekrementace.

```
        // Inkrementace.
        .data
ONE:    DW 1            // 0001
        .code
        ADD ONE         // AC+1⟶AC

        // Dekerementace
        .DATA
NEGONE: DW -1           // 7777
        .CODE
        ADD NEGONE      // AC-1⟶AC
```

Jinou ukázkou řadiče je více mikroprogramování a méně univerzálních instrukcí.

Obrázek 29-18. Instrukční formáty pro 12-ti bitový μřadič

```
 11                     0
+-----+----------+--------+
| kód | podmínka |  data  |
+-----+----------+--------+
|  kód  |      µbits      |
+-------+-----------------+
```

Tabulka 29-24.

kkk ccc ddd ddd	IF C LOAD r,d	

Řadič má buďto oddělený prostor instrukční a datové paměti. Tedy taková Hardwardská architektura. Nebo mohou být tyto prostory namapovány přes sebe. Řadiče jsou technologicky samostatné procesory, ale jejich instrukční sada je zjednodušená a jsou orientovány na jednodušší nebo specializované úkoly. Nejedná se tedy o univerzální procsory.

Použití řadiče může být k obsluze vybraných periferií, či přímo jako „kanálového“ procesoru zajišťujícího samostatnou komunikaci, přenost a předzpracování dat pro vlastní procesor.

Hlavní procesor komunikuje s řadičem několika málo jednoduchými způsoby.

1. Pomocí paměti data/programu. Procesor čte a zapisuje do datové paměti řadiče, kterou vidí jako blok vlastní paměti. Procesor zapisuje do paměti programu řadiče, čímž modifikuje funkčnost řadiče.
2. Pomocí stavového slova řadiče. Stav řadiče je prezentován jedním stavovým slovem. Bity tohoto slova svou hodnotou vypovídají o jednotlivých částech řadiče a jejich stavu.

3. Pomocí řídících instrukcí. Procesor má možnost několika málo instrukcemi: zastavit řadič, spusutit řadič.

Z hlediska architektury jsou řadiče specializované koprocesory se sdílenou pamětí.

Řídicí slovo, tedy způsob ovládání řadiče procesorem může vypadat například takto:

```
 11                   0
+--------+--------------+
| příkaz |    adresa    |
+--------+--------------+
```

Řídicí instrukce jsou velmi jednoduché a je jich velmi málo. Potřebujeme jen instrukce pro spuštění řadiče a jeho zastavení. Protože startovací adresa programu řadiče je součástí startovací instrukce, můžeme tak použitím odlišných startovacích adres volad odlišné funkce řadiče dané jeho aktuálním programem.

kód	název	popis
110 aaa aaa aaa	START a	Adresa je nahrána do čítače instrukcí řadiče a tento je spuštěn.
001 xxx xxx xxx	STOP	Řadič je zastaven po dokončení právě vykonávané instrukce.
010 xxx xxx xxx	CONT	Opětovné spuštění bez zadání adresy. Řadič pokračuje v práci tam kde přestal.

29.9. FJE5

Odkazy:

- Class FJE5[1]
-
-

*

Jednoduchý pětibitový procesor. Má tyto registry:

Tabulka 29-25. Registry procesoru FJE5

název	šířka [bit]	popis
A	5	akumulátor
I	5	index registr, obsahuje 5 vyšších bitů 10-ti bitové adresy
SP	10	ukazatel na zásobník
PC	10	ukazatel na instrukce

Tabulka 29-26. Instrukce procesoru EFJ5

mnemonic	kód	popis
NOP	00000	PC+1⟶PC
XAI	00001	A ⟷ I; PC+1⟶PC; //vymění se obsahy registrů A a I

mnemonic	kód	popis
LDA n	00010 nnnnn	n⟶A; PC+2⟶PC; //hodnota n se uloží do střadače A
LDI n	00011 nnnnn	n⟶I; PC+2⟶PC;
LDAI bias	00100 nnnnn	32*I+n⟶A; PC+2⟶PC
LDAD bias	00101 bbbbb	mem[mem[{I,b}]]⟶A; PC+2⟶PC
STAI bias	00110 bbbbb	A⟶mem[{I,b}]; PC+2⟶PC; // Store A indirectly
STAD bias	00111 bbbbb	A⟶mem[mem[{I,b}]]; PC+2⟶PC; // Store A double indirectly
PUSH	01000	A⟶mem[SP-1]; I⟶mem[SP-2]; SP-2⟶SP; PC+1⟶PC; // Push A and I on Stack
POP	01001	mem[SP]⟶I; mem[SP+1]⟶A; SP+2⟶SP; PC+1⟶PC; // Pop A and I from Stack
CALL addr	01010 hhhhh lllll	PC⟶mem[SP]; SP-2⟶SP; hl⟶PC; // Call a subroutine
RET	01011	{mem[SP],mem[SP+1]}⟶PC; SP+2⟶SP; // Return from subroutine
LDS adr	01100 hhhhh lllll	hl⟶SP; PC+3⟶PC; // Load SP
JP addr	01101 hhhhh lllll	hl⟶PC
JPZ addr	01110 hhhhh lllll	if A=0 then hl⟶PC else PC+3⟶PC;
JPNZ addr	01111 hhhh llll	if A!=0 then hl⟶PC else PC+3⟶PC;
ADD bias	10000 bbbbb	A+mem[I,bias]⟶A; PC+2⟶PC;
SUB bias	10010 bbbbb	A - mem[I,bias]⟶A; PC+2⟶PC
AND bias	10100 bbbbb	A and mem[I,bias]⟶A; PC+2⟶PC
OR bias	10110 bbbbb	A or mem[I,bias]⟶A; PC+2⟶PC
XOR bias	11000 bbbbb	A xor mem[I,bias]⟶A; PC+2⟶PC
SARA	11010	A>>1⟶A; PC++; //Shift Arithmetically Right A
SLRA	11100	A>>>1⟶A; PC++; //Shift Logically Right A
SLA	11110	A<<1⟶A; PC++; // Shift Left A
HALT	11111	Zastaví vykonávání programu.

29.10. SPEW

Odkazy:

- SPEW: A Fictitious Processor with 4K of Memory[2]
-
-

Fiktivní procesor s 4KB operační paměti.

Tabulka 29-27. Registry procesoru SPEW

název	šířka [bit]	adresa	popis
A	8	F00	accumulator
STATUS	8	F01	status register
STK	16	F02,F03	stack pointer

název	šířka [bit]	adresa	popis
PC	16	F04,F05	program counter

Pamět má velikost 4096 bajtů a je obsazena následovně.

Tabulka 29-28. Registry procesoru SPEW

adresa(y)	label	popis	
000-0FF		inicializováno hodnotami 00-FF	
100-EFF		core/data area	
F00	A	accumulator	
F01	STATUS	status register	
F02,F03	STK	stack pointer	
F04,F05	PC	program counter	
F06-FFF	STACK	default stack area	

Instrukce

```
Hex     Mnemonic                Brief description
----    --------                -----------------
00xx    OSCALL xx               Use an OS call (int 21h service)
0xxx    JP xxx                  Jump to new PC address
1000    RETURN                  Return from a GOSUB call
1xxx    GOSUB xxx               Go (call) a sub-routine
2xxx    PUSHB [xxx]             Push a byte onto the stack
3xxx    POPB [xxx]              Pop a byte from the stack
4xxx    LDA [xxx]               Load A (accumulator) from memory
5xxx    STA [xxx]               Store A into memory
6xxx    RDI [(xxx)]             Read an indirect byte using mem-ptr
7xxx    WRI [(xxx)]             Write an indirect byte using mem-ptr
8xxx    RDSYS [0000:0xxx]       Read byte from system ram[0000:0xxx]
9xxx    ADDW [xxx],A            Add sign-extended A to word variable
Acpp    JPcc +pp                Jump if the condition is true
Bxxx    ADCA [xxx]              A + mem[xxx] + CF
Cxxx    SBBA [xxx]              A - mem[xxx] - CF
Dxxx    ORA  [xxx]              A OR mem[xxx]
Exxx    ANDA [xxx]              A AND mem[xxx]
Fxxx    XORA [xxx]              A XOR mem[xxx]
```

29.11. MPROZ

Odkazy:

- Index pro ftp://137.193.64.130/pub/mproz/[3]
-
-

Velmi jednoduchý procesor. Má jen 3 registry.

Tabulka 29-29.

jméno	šířka [bit]	popis
PC	15	Ukazatel na instrukci
A	16	Středač
F	1	Jednobitový příznakový registr

29.11.1. Instrukce

Obrázek 29-19. br adr

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1 |                          adresa                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Instrukce skoku **br adr** provádí následující:

1. If F=0 then adr⟶PC
2. 0⟶F

Obrázek 29-20. add adr1,addr2,addr3

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 1                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 2                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 3                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

```
mem[adr1]+mem[adr2]⟶mem[adr3]
F=carry
```

Obrázek 29-21. nadd adr1,addr2,addr3

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 1                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 2                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |                           adr 3                            |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

```
not(mem[adr1]+mem[adr2])⟶mem[adr3]
if result = 0 then F=1 else F=0
```

29.12. ZPU

* *Attributy:* id="ZPU"

Odkazy:

- Zylin CPU[4]
-

Architektura ZPU je bezoperandová. Všechny instrukce mají fixní velikost 8-mi bitů.

```
   Opcode  |    Name    | Description
-----------+------------+--------------
 0000 0000 | BREAKPOINT |
 1xxx xxxx | IM         | Immediate value
 010x xxxx | STORESP    |
 011x xxxx | LOADSP     |
 0001 xxxx | ADDSP      |
 001x xxxx | EMULATE    |
           | PUSHPC     |
 0000 0100 | POPPC      |
 0000 1000 | LOAD       |
 0000 1100 | STORE      |
 0000 0010 | PUSHSP     |
 0000 1101 | POPSP      |
 0000 0101 | ADD        |
 0000 0110 | AND        |
 0000 0111 | OR         |
 0000 1001 | NOT        |
 0000 1010 | FLIP       |
 0000 1011 | NOP        |
 61        | PUSHSPADD  |
 57        | POPPCREL   |
 49        | SUB        |
 50        | XOR        |
 51        | LOADB      |
 52        | STOREB     |
 34        | LOADH      |
 35        | STOREH     |
 36        | LESSTHAN   |
 37        |
```

29.13. Úvaha na jednoduchou konstrukcí SC-2

*

Odkazy:

- TX-0
- L-1

Pokud chci realizovat počítač s jednodušších logických IO či přímo z diskrétních součástek (tranzistorů), musím toto zohlednit v konstrukci. Čím méně komponent bude konstrukce mít, tím snáze a rychleji ji postavím a bud v ní také méně chyb. Proto bych jako první konstrukcí začal s obměnou TX-0.

Obrázek 29-22. První návrh instrukčního formátu SC-2

	bity 0–1	bity 2–n
Instrukce s adresou	Op Code	Adresa
Mikrokódová instrukce	OPR	µCode

	11–10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
J	**0 0**	adresa									
A	**0 1**	adresa									
S	**1 0**	adresa									
O	**1 1**	CL	CP	RR	RL	SKL			RDC	WRC	

Myšlenkou je co nejjednodušší dekódování instrukcí. Instrukční slovo počítače je rozděleno do dvou polí. První pole obsahuje bity operačního kódu a ve druhém poli se nachází adresa operandu. V případě mikrooperace se v druhém polí nachází mikrokód.

Instrukční dekodér je pak složen ze dvou obvodů, demultiplexeru 1 ze 4 který dekóduje operační kód a posuvného registru který pomáhá generovat pulzy pro mikroinstrukce.

Nyní tedy jak přidělit instrukcím kódy. Máme k dispozici jen dva bity a to jsou tedy čtyři možné kombinace.

Tabulka 29-30.

OpCode	Mnemonic	popis
00	JMP	addr⟶PC
01	ADD	AC+Mem[addr]⟶AC
10	STO	AC⟶Mem[addr]
11	OPR	proveď mikrooperace sériově

Kód pro instrukci skoku byl zvolen tak aby adresa buňky mohla sloužit jako adresa skoku. Máme-li v AC adresu a chceme-li skočit začít vykonávat instrukce na ní, pak to provedem následujícím kódem:

```
325:    STO 326
326:    0
```

Instrukce **STO** na adrese 325 uloží adresu cílového programu v AC do paměťi na adresu 326. Hned poté se pokračuje instrukcí na adrese 326. Protože ta ma oba nejvyšší byty nastaveny na 0 je to instrukce skoku.

Za úvahu stojí, jestli instrukci STO nenahradit instrukcí obdobnou DCA, tedy uloží obsah AC na uvedenou adresu a poté vymaže obsah AC.

Instrukce skoku je podmíněnou instrukcí. Skok se provede v závislosti ob obsahu jednobitového příznaku LINK.

Mikropoerace instrukce OPR je třeba vhodně zvolit. Jednak to musí být ty správné a potom musí být ve správném pořadí aby umožňovali smysluplné kombinace.

```
1.. ......          CLA (CLAC)
.1. ......          CLL (CLC)
... ......
...                 NOT AC
                    NOT LINK

                    ROL
```

ROR

HALT

29.14. Varianty SC3

*

Obrázek 29-23. První návrh instrukčního formátu SC-3

Návrh instrukčních variant **SC-3**.

	n – n2	n3 – 0
Instrukce s adresou	Op Code	Adresa
Mikrokódová instrukce	OPR	µCode

V případě 12-ti bitového slova s 10-ti bitovou adresou.

	11 – 9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
JUMP	**0 0 0**	adresa								
ADD	**0 0 1**	adresa								
STORE	**0 1 0**	adresa								
AND	**0 1 1**	adresa								
I4	**1 0 0**	adresa								
I5	**1 0 1**	adresa								
I6	**1 1 0**									
OPER	**1 1 1**	CL	CPA	CPL	RR	RL	SKL	SK?	IOR	IOW

29.15. Jednoduchý procesor orientovaný na forth

*

Odkazy:

- Forth[5]
-

* *http://groups.google.com/group/comp.lang.forth/msg/10872cb68edcb526*

```
---
FORTH Primitives Comparison (use a fixed width font)
------------------------------------------------------
3     primitives - Frank Sargent's "3 Instruction Forth"
9     primitives - Mark Hayes theoretical minimal Forth bootstrap
9,11  primitives - Mikael Patel's Minimal Forth Machine (9 minimum, 11 full)
13    primitives - theoretical minimum for a complete FORTH (Brad Rodriguez)
16,29 primitives - C. Moore's word set for the F21 CPU (16 minimum, 29 full)
20    primitives - Philip Koopman's "dynamic instruction frequencies"
```

```
23    primitives - Mark Hayes MRForth
25    primitives - C. Moore's instruction set for MuP21 CPU
36    primitives - Dr. C.H. Ting's eForth, a highly portable forth
46    primitives - GNU's GFORTH for 8086
58-255 functions - FORTH-83 Standard (255 defined, 132 required, 58 nucleus)
60-63 primitives - considered the essence of FORTH by C. Moore (unknown)
72    primitives - Brad Rodriguez's 6809 CamelForth
74-236 functions - FORTH-79 Standard (236 defined, 147 required, 74 nucleus)
94-229 functions - fig-FORTH Std. (229 defined, 117 required, 94 level zero)
133-?  functions - ANS-FORTH Standard (? defined, 133 required, 133 core)
200    functions - FORTH 1970, the original Forth by C. Moore
240    functions - MVP-FORTH (FORTH-79)
~1000  functions - F83 FORTH
~2500  functions - F-PC FORTH
FIXME   27 ?     - C. Moore's MachineForth

eForth primitives (9 optional)
----
doLIT doLIST BYE EXECUTE EXIT next ?branch branch ! @ C! C@ RP@ RP! R> R@ >R
SP@ SP! DROP DUP SWAP  OVER 0< AND OR XOR UM+ TX!
?RX !IO $CODE $COLON $USER D$ $NEXT COLD IO?
9 MRForth bootstrap theoretical
----
@ ! + AND XOR (URSHIFT) (LITERAL) (ABORT) EXECUTE
9 Minimal Forth (3 optional)
----
>r r> 1+ 0= nand @ dup! execute exit

drop dup swap
23 MRForth primitives
----
C@ C! @ ! DROP DUP SWAP OVER $>$R R$>$ + AND OR XOR (URSHIFT) 0$<$ 0=
(LITERAL) EXIT (ABORT) (EMIT) (KEY)
20 Koopman high execution, Dynamic Freq.
----
CALL EXIT EXECUTE VARIABLE USER LIT CONSTANT 0BRANCH BRANCH I @ C@ R> >R
SWAP DUP ROT + = AND
46 Gforth
----
:DOCOL :DOCON :DODEFER :DOVAR :DODOES ;S BYE EXECUTE BRANCH ?BRANCH LIT @ !
C@ C! SP@ SP! R> R@ >R RP@ RP! + - OR XOR AND 2/ (EMIT) EMIT? (KEY) (KEY?)
DUP 2DUP DROP 2DROP SWAP OVER ROT -ROT UM* UM/MOD LSHIFT RSHIFT 0= =
36 eForth
-------
BYE ?RX TX! !IO doLIT doLIST EXIT EXECUTE next ?branch branch ! @ C! C@ RP@
RP! R> R@ >R SP@ SP! DROP DUP SWAP OVER 0< AND OR XOR UM+ $NEXT D$ $USER
$COLON $CODE
```

29.15.1. nanoForth

*

Odkazy:

- Nano Forth - A tiny dialect of the Forth programming language[6]
-
-
-

•

V rámci hledání co nejjednoduššho procesoru pro jazyk Forth jsem našel nanoForth.

Tabulka 29-31. Tabulka instrukcí nanoForth

kód	instr.	slovo	PSP efekt	RSP efekt	popis
0	add	+	(n_1 n_2 ⟶ n_3)	(⟶)	addition
1	nand	NAND	(n1 n2 ⟶ n3)	(⟶)	negative and
2	xor	XOR	(n1 n2 ⟶ n3)	(⟶)	exclusive-or
3	ashr	2/	(n1 ⟶ n2)	(⟶)	arithmetic shift right, sign retained
4	fetch	@	(addr ⟶ n)	(⟶)	fetch cell at addr
5	store	!	(n addr ⟶)	(⟶)	store n to cell at addr
6	lit	LIT	(⟶ n) "value"	(⟶)	push inline cell, PSP++
7	dup	DUP	(n ⟶ n n)	(⟶)	duplicate
8	swap	SWAP	(n_1 n_2 ⟶ n2 n1)	(⟶)	exchange
9	drop	DROP	(n ⟶)	(⟶)	discard
A	tor	>R	(n ⟶)	(⟶ n)	pop parameter stack to return stack
B	rfrom	R>	(⟶ n)	(n ⟶)	pop return stack to parameter stack
C	enter	CALL	(⟶)	(⟶ PC)	DOCOL, NEST - call subroutine
D	exit	SEMIS	(⟶)	(addr ⟶)	RETURN - return from subroutine
E	zjmp	JZ	(n ⟶)	(⟶)	jump if false
F	iptor	BEGIN	(⟶)	(⟶ ip)	push IP (next instruction fetch addr) to R
	NOP		(⟶)	(⟶)	no operation

29.15.2. Minimalistické verze

*

Odkazy:

- A 3-INSTRUCTION FORTH FOR EMBEDDED SYSTEMS WORK[7]
-

29.15.2.1. Nagro VM

*

Odkazy:

- Nagro VM Dual Stack Virtual Machine[8]
-

Tabulka 29-32. Tabulka instrukcí Nagro VM

kód	instr.	slovo	PSP efekt	RSP efekt	popis
0	NOP	nop			does nothing
1	LIT	nop			push a literal to the stack

kód	instr.	slovo	PSP efekt	RSP efekt	popis
2	DUP	dup			duplicate the top value on the stack
3	DROP				
4	SWAP				
5	PUSH	>R			
6	POP	R>			
7	CALL				
8	JUMP				
9	;				return from a subroutine
10	>JUMP				
11	<JUMP				
12	!JUMP				
13	=JUMP				
14	@				
15	!				
16	+				
17	-				
18	*				
19	/MOD				
20	AND				
21	OR				
22	XOR				
23	<<				
24	>>				
25	0;				
26	1+				
27	1-				
28	IN				
29	OUT				
30	WAIT				

Poznámky

1. http://jfrace.sourceforge.net/javadoc/jfrace/cpu/FJE5.html
2. http://www.ddj.com/embedded/210601643
3. ftp://137.193.64.130/pub/mproz/
4. http://opensource.zylin.com/zpudocs.html
5. ../forth/index.html
6. http://www.quirkle.com/misc/forth.htm

7. http://pygmy.utoh.org/3ins4th.html
8. https://ngaro.jottit.com/instructionset

Kapitola 30. Návrh instrukční sady procesoru

Tato kapitola je o navrhování procesoru od instrukční sady, tedy sestavení instrukční sady.

30.1. Instrukční sady s malým počtem instrukcí a jednou či více adresami

30.1.1. Instrukční sada bez instrukcí

Odkazy:

- The SUBLEQ URISC (Ultimate RISC) / OISC (One Instruction Set Computer) Architecture[1]
- One instruction set computer[2]
- SUBLEQ[3]
- One Instruction Set Computer (OISC)[4]
- The Mark II OISC Self-Interpreter [5]
-
-

Tato možnost odpovídá tomu, že všechny bity instrukčního slova specifikují adresu. Pro specifikaci instrukce nemáme žádný bit. To odpovídá instrukční sadě s jednou implicitní instrukcí. Tato instrukce pak musí být taková aby se s ní dalo "programovat". Pro tento formát je ovšem jedna adresa nedostatečná. Instrukční slovo musí obsahovat adresy dvě.

30.1.2. Instrukční sada se dvěma instrukcemi

Tato možnost odpovídá případu kdy pro specifikování operačního kódu použijeme jen jeden bit a zbytek bitů kóduje adresu. Můžeme tak mít maximálně dvě instrukce. Aby byla instrukční sada použitelná, musí obě instrukce splňovat následující předpoklady.

První instrukce, nazvěme ji LOAD provádí principiálně převod hodnoty z paměti do akumulátoru. Protože nemáme žádnou další možnost jak zpracovávat informace, musím ji zkombinovat s nějakou aritmetickou operací.

```
SUB a   # AC - mem[a] ⟶ AC
STO a   # AC ⟶ mem[a]
```

Poznámka: Tady zjišťuji že to asi nepůjde. jedna adresa je málo. Nevím ja specifikovat skok. Je nutné mít alespoň dvě adresy v instrukci. První je adresa operandu, druhá je alternativní adresa následující instrukce, tedy adresa skoku.

30.1.3. Instrukční sada se čtyřmi instrukcemi

Tato možnost odpovídá případu kdy operační kód specifikují dva bity instrukčního slova. Zbyrek instrukčního slova pak tvoří adresu buňky v paměti. Takto byl konstruován počítač TX-0.

Instrukce jsou v zásadě takovéto:

ADD a # {AC=AC+mem[a]}, instrukce slouží křenosu informace z paměti do akumulátoru a je zkombinována s aritmetickou instrukcí pro sčítání.
ST a # {mem[a]=AC}, instrukce uloží obsah střadače AC do paměti na adresu a.
BZ a # {if AC=0 then PC=a} podmíněný skok
OPR a # mikrokódová operace. každý bit pole a specifikuje nějakou operaci s hodnotou ve střadači AC.

30.1.4. Instrukční sada s osmi instrukcemi

Tento případ odpovídá třem bitům operačního kódu. Takto je konstruován například počítač PDP-8.

30.1.5. Instrukční sada s šestnácti instrukcemi

Instrukce se čtyřmi bity na operační kód umožňují již celkem velkou sadu až 16 instrukcí. Nyní, když jsme prošli návrhy s 8 a menším počtem instrukcí, musí nám těchto 16 zdá hodně. A to také je. Při umísťování instrukcí do tabulky můžeme usnadnit programátorovi život tak, že se podívámа na běžně psyný kód pro procesor s menším počtem instrukcí. Pokusíme se vyhledat často opakované vzory a těm přidělit vlastní operační kód. Takto jsem do tabulky umístnil instrukce `LD`, `SUB`, `OR` a `XOR`.

S tím jak se tabulka plnila jsem se rozhodl instrukce v ní přeskupit. Myšlenka přeskupení instrukcí je rozmístnit je tak, aby bylo možno realizovat jejich dekódování jednodušeji, s menším počtem hradel. První myšlenka byla oddělit od sebe instrukce které z paměti pouze čtou, od instrukcí které do paměti i zapisují. Takto jsem se rozhodl umístnit do prvních 8 pozic, první a do dalších 4 druhé. Je-li tedy první bit operačního kódu `0` může obvod přípravy operandu zahájit čtení operandu z paměti nezávisle na dekódování ostatních bitů operačního kódu. Vzniklo tedy rozdělení:

0...	operand=mem[a]
1	. . . ; ⟶mem[a]

Toto jsem dále upravil po zakreslení instrukcí skoků.

0...	operand=mem[a] # load
10	. . . ; ⟶mem[a] #store, load modify store
11	. . . ⟶PC #skoky

Do tabulky jsem také umístnil instrukce pro zmenšení a zvětšení hodnoty v paměti (INC a, DEC a). A poté ještě i instrukce s nepřímým adresováním (LDD a, STD a). Na závěr jsem se rozhodl doplnit skoky instrukcí určenou pro programování cyklů (DJNZ)

Zůstaly mi volné dvě místa v tabulce s operačními kódy `0111` a `1111`. Do těch jsem umístnil mikdokódovanou instrukci ve stylu instrukce OPR a poslední pozici nechal volnou pro případnou další mikrokódovanou instrukci nebo pro rozšíření procesoru.

Výsledná tabulka vypadá následovně.

Tabulka 30-1. Ukázka návrhu instrukční sady

kód	zápis	popis operace
0000	LD a	AC=mem[a]; {ZN}
0001	LDD a	AC=mem[mem[a]]; {ZN}

kód	zápis	popis operace
0010	ADD a	AC=AC+mem[a]; {CZN}
0011	SUB a	AC=AC-mem[a]; {CZN}
0100	AND a	AC=AC$\wedge$mem[a]; {ZN}
0101	OR a	AC=AC$\vee$mem[a]; {ZN}
0110	XOR a	AC=AC$\oplus$mem[a]; {ZN}
0111	OPR x	μCode CLA, CLC, CPA, CPC, ROT(Arit/Logic), ROT(Left, Right), INCA, ...
1000	ST a	mem[a]=AC
1001	STD a	mem[mem[a]]=AC
1010	INC a	mem[a]=mem[a]+1; {CZ}
1011	DEC a	mem[a]=mem[a]-1; {CZ}
1100	JSR a	save PC; a$\longrightarrow$PC
1101	JMP a	a$\longrightarrow$PC
1110	DJNZ a	AC=AC-1; if AC!=0 then a$\longrightarrow$PC
1111		*volné pro další rozšíření*

V nevyužitých polích mohou být mikrokódované instrukce. Ve skutečnosti taková instrukce musí být alespoň jedna. Tato pak specifikuje operace nad střadačem AC a příznakem C, (CLA, CLC, CPA, CPC). Další operace jsou rotace a posuvy (ROL,ROR,ASL,ASR). Poté doplňkové instrukce jako například zastavení procesoru, specální instrukce jako například prohození (swap) dolní a horní poloviny střadač, atd.

Uvedený příklad instrukcí je jen orientační. Instrukční sada není založena na důkladné analýze kódu a je to jen "střelba od boku". Už teď mě napadají drobná vylepšení.

Úprava LDD a STD instrukcí pro práci se zásobníkem. Tyto instrukce bych přejmenoval a předefinoval takto:

	LDS	mem[a]=mem[a]+1; AC=mem[mem[a]] # POP
	STS	mem[mem[a]]=AC; mem[a]=mem[a]-1; # PUSH

Poznámky

1. http://techtinkering.com/articles/?id=20
2. http://en.wikipedia.org/wiki/One_instruction_set_computer
3. http://mazonka.com/subleq/index.html
4. http://www.sccs.swarthmore.edu/users/06/adem/engin/e25/finale/
5. http://eigenratios.blogspot.com/2006/09/mark-ii-oisc-self-interpreter.html

Kapitola 31. Binární aritmetika

Poznámky k binární aritmetice. Vše co je nutné vědět, abychom mohli počítat binárně, tedy pomocí digitálních obvodů se dvěma úrovněmi signálu. Rovněž jso zde základy pro programování aritmetických operací na počítačích.

Odkazy:

- Binary Arithmetic[1] Addition, subtraction, multiplication, and division notes.
- Binary Multiplication[2]
- Binary Division by Shift and Subtract[3]
-
-
-

Poznámky

1. http://academic.evergreen.edu/projects/biophysics/technotes/misc/bin_math.htm
2. http://courses.cs.vt.edu/csonline/NumberSystems/Lessons/Multiplication/index.html
3. http://courses.cs.vt.edu/~cs1104/BuildingBlocks/divide.030.html

VII. Mikroprocesory a mikrořadiče

Tato část je o mikrořadičích, někdy také nazývaných jednočipové mikropočítače. Podrobněji popisuje jen některé architektury jako je AVR.

Odkazy:

- MSP430[273]
-

Tato část obsahuje více či méně detailní informace o vybraných mikroprocesorech, a to tak jak mě zaujali, nebo jak jsem potřeboval. Největší část je věnovaná 8-mi bitovým mikroprocesorům.

1. 8-mi bitové mikroprocesory

Toto jsou nejdůležitější mikroprocesory všech dob, protože byly první jenž dosáhly významného rozšíření. Rovněž je na nich patrné hledání nových cest a způsobů jako je práce se zásobníkem, volání podprogramů atd.

Dovolil bych si vybrat nejdůležitější obvody. Dle mého názoru jsou to 34 jakožto první procesor v CMOS provedení a rovněž pro jeho odlišnou architekturu. Pak procesor 6502, který pro svou cenu dosáhl velkého rozšíření v počítačích jako AppleII, Commodore C64, Atari 800 a dalších. Posledně zmíněným procesorem na který chci upozornit je 33 který rovněž velmi přispěl k rozšíření počítačů mezi veřejnost ve strojích jako ZX81, ZX Spectrum, Sharp MZ800 a strojích s operačním systémem CP/M.

2. Forth mikroprocesory

Tyto mikroprocesory v ničem nepřipomínají běžné procesory, protože jsou orientované na programovací jazyk Forth. V některých ohledech mohou být velmi zvláštní například architekturou připomínající RISC či naopak umístněním několika instrukcí v jednom paměťovém slově.

Poznámky

273. http://en.wikipedia.org/wiki/TI_MSP430

Kapitola 32. MuP21 a F21

```
Transfer Instructions:  JUMP, CALL, RET, JZ, JCZ
Memory Instructions:    LOAD, STORE, LOADP, STOREP, LIT
ALU Instructions:       COM, XOR, AND, ADD, SHL, SHR, ADDNZ
Register Instructions:  LOADA, STOREA, DUP, DROP, OVER, NOP

The F21 had 27 instructions to the MuP21's 24.  (Only 23 are listed
above, hmm.)  They were renamed:

Code Name  Description                         Forth (with a variable named A)
  00 else  unconditional jump                  ELSE
  01 T0    jump if T0-19 is false w/ no drop   DUP  IF
  02 call  push PC+1 to R, jump                :
  03 C0    jump if T20 is false                CARRY?  IF
  06 RET   pop PC from R  (subroutine return)  ;
  08 @R+   fetch from address in R, increment  R    R@  @  R>  1+  >R
  09 @A+   fetch from address in A, increment  A    A  @  @  1  A  +!
  0A #     fetch from PC+1, increment PC       LIT
  0B @A    fetch from address in A             A  @  @
  0C !R+   store to address in R, increment R  R@  !  R>  1+  >R
  0D !A+   store to address in A, increment A  A  @  !  1  A  +!
  0F !A    store to address in A               A  @  !
  10 com   complement T                        -1  XOR
  11 2*    left shift T, 0 to T0               2*
  12 2/    right shift T, T20 to T19           2/
  13 +*    add S to T if T0 is true            DUP  1  AND  IF OVER + THEN
  14 -or   exclusive-or S to T                 XOR
  15 and   and S to T                          AND
  17 +     add S to T                          +
  18 pop   pop R, push to T                    R>
  19 A     push A to T                         A  @
  1A dup   push T to T                         DUP
  1B over  push S to T                         OVER
  1C push  pop T, push to R                    >R
  1D A!    pop T to A                          A  !
  1E nop   delay 2ns                           NOP
  1F drop  pop T                               DROP
```

Kapitola 33. Mikroprocesor Z80

Attributy: id="Z80"

Odkazy:

- Počítače a mikropočítače s procesorem Z80
- Home of the Z80 CPU[1]
- Z80[2] na české Wikipedii
- Zilog Z80[3] na wikipedii
- stránky firmy Zilog[4]
- Zilog Z80 Microprocessor Oral History Panel[5]
-
-

Software pro Z80/CPM:

- Legacy Z-80[6] — software od MICROCode Consulting
- CP/M[7]
- 11. Introduction to CP/M 3.0[8]

Mikroprocessor Z80 a jeho rodina podpůrných obvodů z dílny firmy Zilog.

Krátký přehled obvodů:

- Z80, Z80-CPU, Z80A-CPU, Z80B-CPU, Z8400, ...
-
-

* *Historie:*

Z80 přichází na svět když Federico Faggin[9] zakládá firmu Zilog poté co pracoval na procesoru I8080 ve firmě Intel, kterou na konci roku 1784 opustil. Firmu Zilog založil spolui s Ralphem Ungermanem a v červnu roku 1976 vypustili Z80 na trh.

Z80 byl konstruován jako binárně kompatibilní s procesorem I8080, takže byl schopen vykonávat téměř všechny programy psané pro tento procesor, hlavně nejdůležitější aplikaci a to operační systém CP/M. K dizajnu Z80 přispěl také Masatoshi Shima[10], spoluautor I4004 a I8080.

Z80 poskytnul mnoho vylepšení proti I8080.

- rozšířenou sadu instrukcí, v četně instrukcí pro manipulaci s bity a pro práci s bloky dat
- nové indexové registry IX a IY spolu s adresními módy které je používají
- lepší systém přerušení, Z80 má tři módy obsluhy přerušení a navíc nemaskovatelné přerušení NMI
- druhou sadu registrů ke standardním registrům
- používá jen jedno napájecí napětí oproti třem u I8080, což zjednodušilo konstrukce počítačů
- jednofázové hodiny což odstranilo potřebu externího čipu jaký používá I8080 pro generování dvoufázového hodinového signálu
- zabudovanou podporu občerstvování pamětí typu DRAM což opět zjednodušilo konstrukce počítačů
- nemultiplexované sběrnice, což odstranilo používání externího čipu pro dekódování sběrnicových signálu jaký používá procesor I8080
-
-
-

•

Z80 je skrátka ve všech ohlede výhodnější pro konstrukci počítačů než čip I8080 ze kterého ideově vychází. Dává programátorovi k dispozici více registrů a instrukcí, a konstruktérovi umožňuje zjednodušit konstrukci, což se odrazí na ceně.

Procesor se rychle usadil na trhu a nahradil I8080 i jeho následníka I8085 a stal se jedním z nejúspěšnějších 8-mi bitových procesorů na trhu.

Procesor Zilog Z80 byl zkonsrtuován a prodáván firmou Zilog od června 1976. Firma procesor licencovala mnoha dalším. Mimo nelicencované kopie z Ruska a východní evropy vyráběla procesor Z80 také Toshiba jako jeden z největších dodavatelů tohoto procesoru. Zabudovaný mechanismus pro občerstvování pamětí DRAM byla pravděpodobně jedna z nejdůležitějších vlastností, která přispěla k velkému úspěchu Z80 protože snížila počet komponent potřebných ke konstrukci počítače s dynamickými paměťmi.

První verze procesoru Z80 byly konstruovány technologií NMOS a pracovali na kmitočtu 2,5MHz. Postupně jak se zlepšovala technologie zvyšoval se i kmitočet na 4MHz u Z80A, 6MHz u Z80B a 8MHz u Z80H. Byla také zkonstruovány CMOS verze procesoru pracující na kmitočtech od 4MHz až po 20MHz. Později vyvinuté procesory HD64180/Z180 a eZ80 pracují na kmitočtech až 33 či 50MHz.

33.1. Obvody rodiny Zilog Z80

Z80-CPU
Z8400
Z84C00

Z80C015

Z80 DMA
Z8410
Z84C10

Z80 PIO
Z8420
Z84C20

Z80 CTC
Z8430
Z84C30

Z80 SIO
Z8440
Z84C40

Z80 SIO/0

Z80 SIO/1

Z80 SIO/2

Z84C90

Z80 KIO

SIO, PIO a CTC v jednom pouzdru

Z8470 DART

Dual Asynchronous Receiver/Transmitter

Z8530 SCC

Zilog Serial Communications Controller

33.1.1. Z80 CPU

*

Obrázek 33-1. Zapojení vývodů Z80 v poudru DIL40

```
       +-----+  +-----+
  A11 -|  1  |__|  40 |- A10
  A12 -|  2        39 |- A9
  A13 -|  3        38 |- A8
  A14 -|  4        37 |- A7
  A15 -|  5        36 |- A6
  CLK -|  6        35 |- A5
   D4 -|  7        34 |- A4
   D3 -|  8        33 |- A3
   D5 -|  9        32 |- A2
   D6 -| 10        31 |- A1
  +5V -| 11        30 |- A0
   D2 -| 12        29 |- GND
   D7 -| 13        28 |- !RFSH
   D0 -| 14        27 |- !M1
   D1 -| 15        26 |- !RESET
 !INT -| 16        25 |- !BUSREQ
 !NMI -| 17        24 |- !WAIT
!HALT -| 18        23 |- !BUSACK
!MREQ -| 19        22 |- !WR
!IORQ -| 20        21 |- !RD
       +--------------+
```

Popis jednotlivých signálů/vývodů.

A15-A0

Address Bus (output, active High, tristate)

!BUSACK

Bus Acknowledge (output, active Low). Potvrzení předání sběrnice. CPU se odpojí od adresové (A0-A15), datové (D0-D7) a řídicí (!MREQ, !IORQ, !RD, !WR) sběrnice. Sběrnici může používat jiný procesor. Signál !BUSACK je odpovědí na žádost o předání sběnice !BUSREQ.

!BUSREQ

Bus Request (input, active Low). Žádost o sběrnici. Tento signál má přednost před !NMI a je vždy rozpoznáván na konci aktuálního strojového cyklu. !BUSREQ žádá CPU aby se odpojil od adresové, datové a řídici sběrnice. Jakmile procesor rozpozná !BUSREQ, odpojí se od uvedených sběrnic (obvody přejdou do stavu s vysokou impedancí) a následně vydá potvrzení !BUSACK.

D7-D0

Data Bus (input/output, active High, tristate)

HALT

INT

IORQ

M1

MREQ

NMI

RD

RESET

RFSH

!WAIT

WAIT (input, active Low). Tento signál říká procesoru že adresovaná paměť nebo periferní zařízení není připraveno k přenosu dat. Procesor vkládí čekací cykly dokud je !WAIT aktivní.

WR

CLK

33.1.2. Z80 SIO

*

33.2. Instrukční sada Z80

Tabulka 33-1. Základní instrukce

code	
00	
00	
FF	RST 38

```
     0
   +---
 0 |
 1 |
 2 |
 3 |
 4 |
```

33.3. Programové vybavení pro Z80

FIXME:

Pro vývoj v assembleru (jazyk symbolických adres) existuje následující software:

- Sarcasm Z80 Assembler[11] napsaný v Perlu. Překladač sestává ze dvou souborů: vlastního překladače `sarcasm.pl` v Perlu a tabulky instrukcí `opcode`. Sarcasm má neobvyklou syntaxi, dovoluje například zápis více instrukcí na řádek. Jeho celková velikost je cca 550 řádek v Perlu, takže s ním lze experimentovat a relativně snadno si ho upravit.
- ZASM[12]
- spasm[13]
-
-

33.3.1. Křížové překladače, vývojová prostředí a emulátory

- Z80 Assembly IDE[14] — prostředí pro vývoj v assembleru. Neobsahuje assembler! Používá externí assembler spasm
- z80-asm
- Z80-SIM[15]
-

Vzhledem k výkonu procesoru Z80 a současné době, je pravdepodobné že při vývoji progrmů budete používat prostředí jenž běží na jiných, výkonnějších procesorech. Zejména pokud jste zyvklí na grafická prostředí.

Z80 Assembly IDE[16] je takové grafické prostředí. Samotné prostředí obsahuje jen editor. Jako překladač se používá upravný SPASM, jehož zdrojové kódy jsou v balíčku rovněž obsaženy. Taktéž je přiložen wabbitsign. Grafické prostředí je postaveno nad knihovnou GTK.

Dalším zajímavým prostředím je z80-asm/z80-mon jenž původně vznikl jako školní projekt (zápočťák) Petra Kulhavého, ale nyní jej udržuje Achim Flammenkamp. Toto prostředí není prostředím ve smyslu jednoho programu jako předcházející, ale několika programů jenž pracují jen ve znakovém terminálu. Čím vyniká, tak to je přítomnost simulátoru s rozsáhlými ladicími funkcemi. Rovněž dovoluje pomocí konfiguračních souborů sestavit konkrétní hardwarovou konfiguraci a pomocí dalších programů k tomuto hardware připojit periferie.

Pasmo je assembler jenž se nachází ve standardní distribuci Debian Etch.

z80asm je assembler jenž se nachází ve standardní distribuci Debian Etch.

33.3.1.1. Z80-ASM

Odkazy:

- http://wwwhomes.uni-bielefeld.de/achim/z80-asm.html
-

33.3.1.2. Z80AsmIDE

Odkazy:

- wxwabbitemu[17] a TI-8x emulator based on Wabbitemu
- Wabbitcode[18] (již zde nejsou žádné zdorjové kódy)
-

Z adresy Wabbitcode[19] si stáhneme zdrojové kódy pro Linux.

```
~/work$ tar xzvf ~/archive/z80asmide-1.2.tar.gz
```

Requirements:
GTK+ 2.8 or 2.10
OpenSSL

libgtk2.0-dev-[version], libssl-dev-[version]

Upravit `config.mk`

PREFIX=/home/radek/local

```
~/work$ make
```

```
~/work$ make install
```

33.3.1.3. Samostatné emulátory

*

Odkazy:

- Z80 Java Emulator fully extensible[20]
-
-
-

33.3.2. Operační systémy

33.3.2.1.

*

33.3.2.2. UZI

*

Odkazy:

- UZI[21] — Doug Braun (NA1DB, formerly N1OWU and SV/N1OWU)
-

33.3.2.3. UZIX

*

Odkazy:

- UZIX[22] [2005]
-

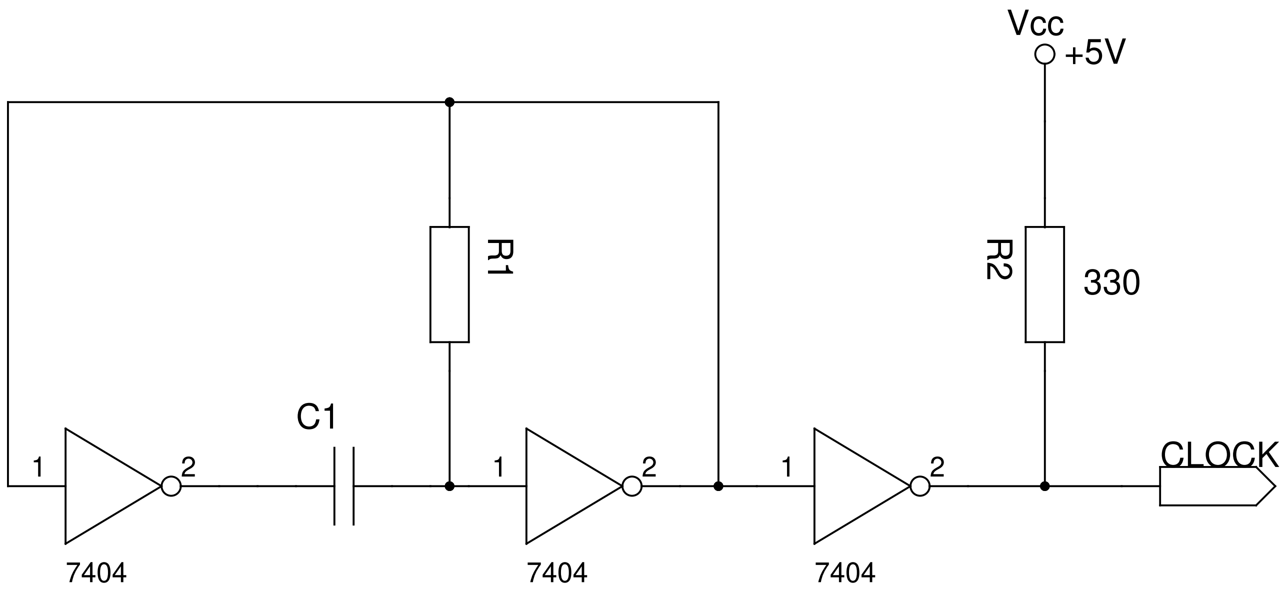
33.4. Zapojení pro Z80

Různá zapojení v souvislosti s konstrukcí počítače s procesorem Z80.

33.4.1. Vytváření hodinového signálu

*

Obrázek 33-2. Vytváření hodinového signálu pomocí jednoduchého RC oscilátoru z invertorů

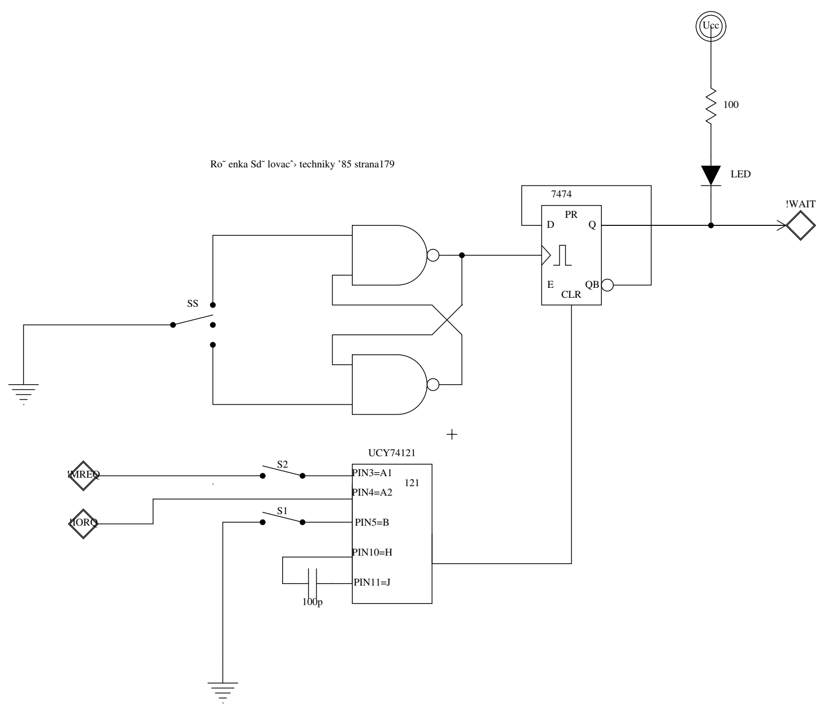


33.4.2. Krokování procesoru

Při ladění programů a hardware se nám může hodit obvod pro krokování procesoru. Tento obvod zajišťuje vykonání jen jedné instrukce na stisk tlačítka. Můžeme tedy přímo sledovat, s pomocí obvodů zobrazujících obsah adresové a datové sběrnice, stav v jednotlivých krocích.

První schéma je z Ročenky Sdělovací techniky ’85 strana 179. Tlačítko SS slouží pro spuštění jednoho kroku. Spínač S1 v rozepnutém stavu zapíná krokovací obvod. V sepnutém stavu běží mikroprocesor normálně plnou rychlostí. Spínač S2 omezuje v rozpojeném stavu krokování jen na IO instrukce.

Obrázek 33-3. Obvod krokování pro mikroprocesor Z80

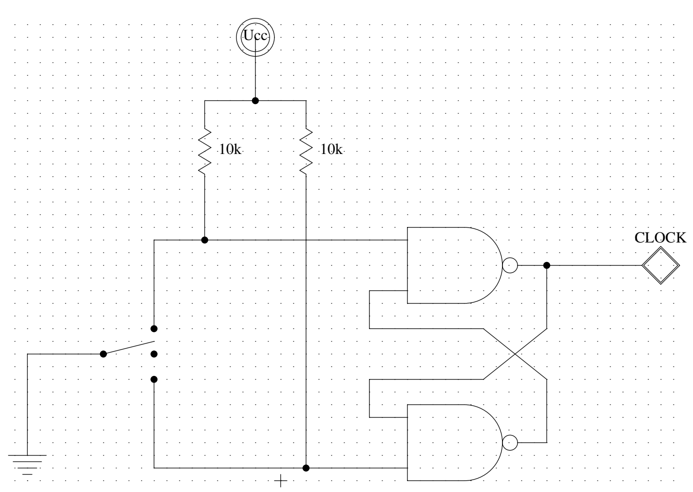


Ve stejné ročence je na další straně uveden krokovací obvod jenž umožňuje nastavit „break point“, bod přerušení. Tímto bodem je adresa instrukce.

Dalším možným způsobem krokování je ruční ovládání hodinového signálu. Mikroprocesor Z80 je vnitřně plně statický což nám dovoluje zastavit generování hodinového signálu, případně tento generovat ručně. A to je případ který reší následující obvod.

* *The absolute minimum Z80 CPU test circuit ever seen*[23]

Obrázek 33-4. Ruční ovládání hodinového signálu

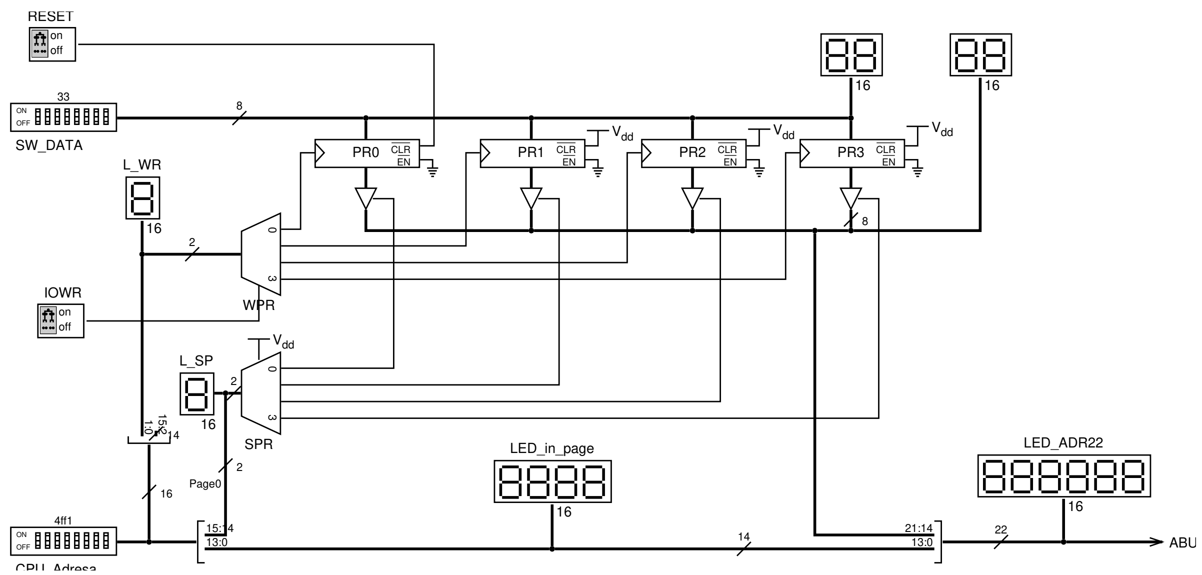


Oproti předcházejícím obvodům, tento krokuje jednotlivé takty. Umožňuje nám tedy sledovat podrobněji dění na sběrnici v průběhu každého strojového cyklu.

33.4.3. MMU21

Tato jednota správy paměti pracuje na zcela jednoduchém principu. Pamet'ový prostor spravovaný mikroprocesorem je rozdělen na 4 stejně veliké oblasti. Při schopnosti mikroprocesoru Z80 adresovat 64kiB paměti jsou oblasti veliké 16kiB. Pro každou z oblastí existuje stránkový registr PR jenž obsahuje číslo stránky ve fizické paměti. Při velikost tohoto registru 8 bitů lze adresovat maximálně 256 stránek, t.j. 4MiB.

Obrázek 33-5. MMU-21 pro Z80



Protože obsah stránkových registrů není po zapnutí počitače definován, je třeba vyřešit jakým způsobem se procesor dostane k základnímu softwarovému vybavení. Použil jsem proto na místě registru PR0 takový obvod, jenž má nulovací vstup. Tento nulovací vstup pak spojím se signálem RESET mikroprocesoru. Toto zapojení zajístí, že vždy po resetu a taky po zapnutí počítače je ve stránkovacím registru PR0 hodnota 0. Procesor tedy začne vykonávat program ve stránce 0 namapované do bloku 0.

Na místě PR0 se tedy užije obvod HC575, pro ostatní registry pak obvody HC574.

Poznámka: Předtím, než procesor začne pracovat s pamětí v jiném než nultém bloku, je třeba provést správné nastavení příslušného stránkovacího registru.

Obrázek 33-6. Mapa paměti pro MMU21

```
  CPU
  64kB            page    ADDR
+------+                +--------+
| FFFF |           255 | 3FFFFF |    RAM 1MB
| C000 |   PR3     192 | 300000 |
+------+                +--------+
| BFFF |           191 | 2FFFFF |    same RAM
| 8000 |   PR2     128 | 200000 |    R/O
+------+                +--------+
| 7FFF |           127 | 1FFFFF |    Special devices
| 4000 |   PR1      64 | 0FFFFF |    VRAM, ...
+------+                +--------+
```

```
| 3FFF |              63 | 0FFFFF |    ROM, FLASH
| 0000 |   PR0         0 | 000000 |    1MB
+------+                 +--------+
```

33.4.4. MMU4M

MMU4M vznikla jako rozšíření MMU21. Základem je přidání pátého řídícího registru do MMU. V tomto jsou další informace.

33.4.5. Chráněný mód Z80

> Mikroprocesor Z80, nemá žádný chráněný mód. Ať již uživatelský program, nebo operační systém, můžou pracovat s libovolnou součástí počítače bez omezení. O tom, jak zavést chráněný mód je tento článek.

Nejdříve se zmíním, k čemu je vlastně chráněný mód. Procesor který rozlišuje mezi chráněným módem a uživatelským módem omezuje programy v uživatelském módu v možnosti manipulovat libovolně s celým počítačem. Tato možnost je vyhrazena jen pro programy běžící v chráněném módu, což je například jádro operačního systému.

Není-li přímo v procesoru implementována logika chráněného módu, zůstává nám jediná možnost. Implementovat tuto logiku vně procesoru. Nemůžeme tak program v uživatelském módu omezit v instrukcích, ale můžeme mu efektivně zamezit v manipulaci s připojeným hardware. To učiníme například blokováním I/O pokud není procesor v chráněném módu.

Logika přepínání mezi chráněným a uživatelským módem je tedy vystavena kolem jednobitového registru PMR (*Processor Mode Register*). Reší dvě základní otázky. Jak zajistit bezpečné přepnutí z uživatelského módu do chráněného módu, a jak zajistit přepnutí z chráněného módu do uživatelského módu.

Protože do chráněného módu se přepínáme jen při volání služeb jádra, můžeme naši logiku napojit právě na tato volání. Stačí nám jediné, detekovat že dochází k volání jádra.

Přiřaďme volání jádra instrukci **RST 30**, a popišme si jak toto volání probíhá. Uživatelský program, který chce použít službu jádra, provede nastavení parametrů volání. Jakým způsobem tak učiní nechme na později. Po nastavení těchto parametrů provede instrukci **RST 30**. Tato instrukce způsobí uložení čítače instrukcí PC na zásobník a přechod na adresu 0030h. Vykonání instrukce na adrese 0030h detekujeme jako provedení cyklu M1 s hodnotou 0030h na adresové sběrnici. Toto je přesně ten impulz, který použijeme k nastavení PMR registru na hodnotu 1.

Na adrese 0030h se nachází počátek programu pro obsluhu volání jádra. Abychom zamezili uživatelskému program v modifikaci tohoto prostoru, je v *User Mode* blokován zápis do paměti na těchto adresách.

* ***FIXME:****TBD*

Přechod z uživatelského módu do chráněného módu se uskuteční pomocí instrukce **RST 30**. Tato způsobí vykonání kódu na adrese 0x0030. Elektronika detekuje vykonání instrukce na této adrese a změní stavp PMR na chráněný mód. Paměťový prostor na adresách 0030 až 0037 je mapován na elektroniku chráněného módu. To znamená že uživatelský program nemůže obsah těchto adres měnit. Program umístněný na těchto adresách musí bezpěčně zajistit dokončení přechodu do bezpečného módu.

```
                          ; Při načítání instrukce PUSH AF dojde dojde k přepnutí do chráněného módu.
      ; Následující manipulace s registry v I/O prostoru tedy nebude blokována.
0030:                     PUSH AF    ; uschování akumulátoru a příznaků na uživatelský zásobník
```

```
    ; Nyní je třeba změnit mapování paměti a nastavit si stránku s jádrem
    ; operačního systému.  Předpokládejme tedy že toto jádro je ve stránce
    ; 44 a má být mapováno do prostoru PR0 (0000h - 3FFFh).
0031:                   LD A, 44   ; Do stránkového registru pro stránku 0
0033:                   OUT PR0    ; uložíme číslo stránky s jádrem

    ; Skok na podprogram obsluhy bolání jádra.
0035: .. 00 06          JMP SUPER  ;



                        ; Obsluha přechodu do chráněného režimu
                 SUPER:
                        ; víme že PR0 obsahoval hodnotu CU_PR0
                        ; dokončíme mapování stránek OS
                        LD A, 81h
    OUT PR1
    LD A, 82h
                        OUT PR2
                        LD A, 83h
                        OUT PR3
                        ; uložíme si hodnotu SP do CU_SP
0600: ED 73 nn nn       LD (CU_SP), SP

                        ; uschování hodnot registrů
    LD SP, CU_REGS
                        PUSH BC, DE, HL, IX, IY
                        EXX AF
    PUSH AF
                        EXX
                        PUSH BC, DE, HL
```

Přepnutí z chráněného do uživatelského módu lze uskutečnit například přes I/O.

```
; Přepnutí z chráněného do uživatelského módu a návrat
; do uživatelského programu

... obnovení PR registrů mapování paměti

LD A, 1
OUT PMR
```

Jednou z funkcionalit kterou potřebujeme ještě vyřešit je obsluha přerušení. Protože uživatelský program může pomocí instrukce **DI** zakázat přerušení, je jediným způsobem jak používáte přerušení nemaskovatelné přerušení NMI. To nás omezuje v možnostech obsluhy více přerušení, nebot' je nutno programově zjišt'ovat zdroj přerušení.

33.4.6. Použití MCU jako periferie k Z80

*

Myšlenka použít jednočipový mikrořadič jako je 40, 39 či jiný je velmi lákavá. Daly by se takto realizovat velmi inteligentní a sofistikované periferní obvody. Problémem ale je, jak propojit MCU se sběrnicí Z80. Vetšina MCU není totiž vybavena rozhraním kterým by se na sběrnici mohla připojit. Takové rozhraní jsem našel pouze u některých ovodů PIC firmy Microchip. Rozhraní se jmenuje PSP (*Parallel Slave Port*).

Pokud budu chtít realizovat periferii procesorem 40, bude to náročnější. Pro přenos směrem od Z80 do AVR, tedy když se Z80 pokusí zapsat data do AVR, můžeme použít jednoduchý klopný obvod. Výstup tohoto obvodu generuje signál WAIT. V normální situaci je výstup neaktivní, pokud je detekována operace zápisu na adresu obsluhovanou AVR, klopný obvod se překlopí a procesor zustane v čekacím stavu. AVR má nyní čas prozkoumat obsah adresní a datové sběrnice. Poté co zjistí potřebné informace, signálem na jednom pinu překlopí klopný obvod a stav WAIT je ukončen.

Operaci čtení ještě nemám promyšlenu. Začíná ovšem stejně, obvody detekují čtení z AVR a Z80 je vnucen stav WAIT. MCU připraví hodnotu pro datovou sběrnici, uvolní signál wait. MCU nyní musí počkat dostatečně dlouho aby Z80 mohl hodnotu z datové sběrnice přečíst, ale ne déle.

33.5. Konstrukce počítačů s Z80

* ***Attributy:*** *id="Z80.constructions"*

Konkrétní konstrukce:

- V6Z80P+[24] [2011-03-12, £88 +S&H]
- ZX97 Main Page[25]
- Mildred[26] — Designed and constructed by Chris Pressey [2003-01-10]
- Coprolite Z-80[27]
-
-
-
- Z80 test[28] — jednoduchá konstrukce
- The absolute minimum Z80 CPU test circuit ever seen[29]
- Rudi’s Z80 Computer[30] — Z80, ROM, RAM, UART
- Z80 mini System designed by M.Kimura[31]
- V6Z80P[32] — v ceně L85 (85 Liber)
- Z80 Microcomputer[33] —
- Z80 Project Homepage[34] — cosam.org
- Hans Summers Z80 Computer[35] —
- ZX-Badaloc Reloaded[36] — klon ZX-Spectrum implementovaný v Spartan-3E FPGA
- Z80 SBC[37] — zde nic není jen odkaz na knihu Build your Own Z80 Computer[38]
- A Homebuilt Z-80 Computer[39] —
- Homebrew Z80 Computer[40] —
- —
- **Počítače schopné provozu CP/M**
  - CP/M on breadboard[41] —
  - The eZ80 Single-Board Computer[42] — $250
  - MIC80[43] — postaveno na EZ80
  - Z80 SBC[44] — rovněž jednoduchá konstrukce jednodeskového počítače
  - —
- **N8VEM**
  - The N8VEM Home Brew Computer Project[45] — konstrukce počítače ve stylu 70-tých let.
  - N8VEM Single-board Computer[46]
  - The N8VEM eight-bit homebrew PC[47] na Bit-Tech.Net
  - Rolf Harrmann[48]

- ECB-Bus[49]
- Eurocard (printed circuit board)[50]
- The N8VEM Home Brew Computer Project[51]
- —
- —

Knihy:

- Build your own Z80 computer:[52] design guidelines and application notes by Steve Ciarcia — kniha volně ke čtění a stažení
-
-

Odkazy:

- Combining a Z80 and an ATmega644P to boot CP/M[53] [2010-06-14]
- 86.4
-

Na konstrukci popsané v článku Combining a Z80 and an ATmega644P to boot CP/M[54] je několik velmi zajímavých momentů.

- nemá ROM paměť. ATmega je zodpovědný za inicializaci RAM při startu počítače.
- jeden klopný obvod obsluhující IORQ a generující WAIT umožňuje použití ATmega jako inteligentní periferie
- hodinový signál pro Z80 je generován z hodinového signálu ATmega dělením dvěma
-

ATmega nemůže kompletně obloužit celou sběrnici Z80. Proto jsou použity dva čipy MCP23S08

Poznámky

1. http://www.z80.info/
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Z80
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Zilog_Z80
4. http://www.zilog.com/
5. http://www.computerhistory.org/collections/accession/102658073
6. http://microcodeconsulting.com/z80/
7. http://duckduckgo.com/CP/M
8. http://www.commodore.ca/manuals/128_system_guide/sect-11.htm
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Federico_Faggin
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Masatoshi_Shima
11. http://www.ecstaticlyrics.com/electronics/z80/sarcasm/
12. http://k1.dyndns.org/www/little-bat.de/prog/zasm/
13. http://svn.revsoft.org/spasm/
14. http://www.revsoft.org/projects/z80-assembly-ide/

15. http://www.unix4fun.org/z80pack/
16. http://www.revsoft.org/projects/z80-assembly-ide/
17. http://code.google.com/p/wxwabbitemu/
18. http://www.revsoft.org/projects/z80-assembly-ide/
19. http://www.revsoft.org/projects/z80-assembly-ide/
20. http://www.viara.cn/en/j80.htm
21. http://www.dougbraun.com/uzi.html
22. http://uzix.sourceforge.net/
23. http://www.z80.info/z80test0.htm
24. http://www.retroleum.co.uk/v6z80p/
25. http://www.angelfire.com/ab6/rodneyknaap/zx97_e.html
26. http://catseye.tc/projects/mildred/
27. http://www.coprolite.com/z80.html
28. http://www.z80.info/gfx/z80test.gif
29. http://www.z80.info/z80test0.htm
30. http://www.knoerig.de/Einplatinencomputer_en.html
31. http://www.z80.info/z80core4.htm
32. http://www.retroleum.co.uk/electronics-articles/v6z80p/
33. http://blake-foster.com/project.php?p=16
34. http://www.cosam.org/projects/z80/
35. http://www.hanssummers.com/newz80.html
36. http://www.zxbada.bbk.org/badaloc_fpga/index.htm
37. http://retro.hansotten.nl/index.php?page=z80-sbc
38. http://z80.retro8bits.com/z80docs/BuildYourOwnZ80.pdf
39. http://cpuville.com/Z80.htm
40. http://digitarworld.uw.hu/z80.htm
41. http://home.micros.users.btopenworld.com/cpm/index.htm
42. http://www.ez80sbc.com/index.htm
43. http://www.shaels.net/index.php/mic80
44. http://tinymicros.com/wiki/Z80_SBC
45. http://n8vem-sbc.pbworks.com/
46. http://www.classiccmp.org/cini/n8vem.htm
47. http://www.bit-tech.net/news/2009/01/12/the-n8vem-eight-bit-homebrew-pc/1
48. http://www.hd64180-ecb.de/html/n8vem.html
49. http://de.wikipedia.org/wiki/ECB-Bus
50. http://en.wikipedia.org/wiki/Eurocard_(PCB)
51. http://n8vem-sbc.pbworks.com/

52. http://books.google.cz/books?id=mVQnFgWzX0AC
53. http://benryves.com/journal/3662496
54. http://benryves.com/journal/3662496

Kapitola 34. RCA CDP1802 (1805)

* ***Attributy:*** *id="cdp1802"*

Odkazy:

- ftp://ftp.comlab.ox.ac.uk/pub/Cards/txt/1802.txt
- "Membership Card" tests by Todd Decker[1]
- Lee Hart's 1802 "Membership Card"[2]
- Micro-Elf Kits[3]
- elf-emulation.com/hardware[4]
- RCA 1802[5] na Wikipedii
- RCA COSMAC 1802[6] na The Antique Chip Collector's Page
- A Short Course In Programming[7] by Tom Pittman
- COSMAC CDP1802 Processor[8]
- Build a PERSONAL MICROCOMPUTER for $100[9]
-
-
-

Počítače s procesory 1802:

- RCA COSMAC VIP[10]
- COSMAC ELF[11]
- 1802 World[12]
- COMX 35[13]
- the Cosmac 1802 handheld computer[14]
-
-
-
-

První mikroporcesor vyrobený CMOS technologií, alespoň co já vím. Tento mikroporcesor má, tak jako řada starších mikroprocesorů a počítačů, trochu zvláštní a na dnešní dobu neobvyklou konstrukci/strukturu. Jeho největší zvláštností je to že nemá pevně stanovený ukazatel na instrukce (*program counter*). Má 16 16-ti bitových registrů z nich každý může být ukazatelem na instrukce. Dále tento procesor nemá zásobník a instrukce pro volání a návrat z podprogramu.

Obrázek 34-1. CDP1802 COSMAC Microprocessor Instruction Set Summary

```
------------------------------------------------------------
|                                                          |
|                                                          |
|                           RCA                            |
|                                                          |
|              1     88888      000      22222             |
|             11    8     8    0   0    2     2            |
|              1    8     8   0   0 0        2             |
|              1     88888    0  0  0     222              |
|              1    8     8   0 0   0    2                 |
|              1    8     8    0   0    2                  |
|             111    88888      000     2222222            |
|                                                          |
|    CDP1802 COSMAC Microprocessor Instruction Set Summary |
|                                                          |
|                                                          |
|                                                          |
```

```
|                                                              |
|                                                              |
|                    _________    _________                    |
|                  _|         \__/         |_                  |
|       --> CLOCK |_|1                   40|_| Vdd              |
|            ____  _|                      |_  ____             |
|        --> WAIT |_|2                   39|_| XTAL -->         |
|           _____  _|                      |_  ______           |
|       --> CLEAR |_|3                   38|_| DMA IN <--       |
|                  _|                      |_  _______          |
|           <-- Q |_|4                   37|_| DMA OUT <--      |
|                  _|                      |_  _________        |
|         <-- SC1 |_|5                   36|_| INTERRUPT <--    |
|                  _|                      |_  ___              |
|         <-- SC0 |_|6                   35|_| MWR <--          |
|             ___  _|                      |_                   |
|         <-- MRD |_|7                   34|_| TPA -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 7 |_|8                   33|_| TPB -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 6 |_|9                   32|_| MA7 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 5 |_|10       1802       31|_| MA6 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 4 |_|11                  30|_| MA5 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 3 |_|12                  29|_| MA4 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 2 |_|13                  28|_| MA3 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 1 |_|14                  27|_| MA2 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|      <--> BUS 0 |_|15                  26|_| MA1 -->          |
|                  _|                      |_                   |
|             Vcc |_|16                  25|_| MA0 -->          |
|                  _|                      |_  ___              |
|          <-- N2 |_|17                  24|_| EF1 <--          |
|                  _|                      |_  ___              |
|          <-- N1 |_|18                  23|_| EF2 <--          |
|                  _|                      |_  ___              |
|          <-- N0 |_|19                  22|_| EF3 <--          |
|                  _|                      |_  ___              |
|             Vss |_|20                  21|_| EF4 <--          |
|                   |______________________|                   |
|                                                              |
|                                                              |
|                                                              |
|                                                              |
|                                                              |
|                                                              |
|Written by     Jonathan Bowen                                 |
|               Programming Research Group                     |
|               Oxford University Computing Laboratory         |
|               8-11 Keble Road                                |
|               Oxford OX1 3QD                                 |
|               England                                        |
|                                                              |
```

```
|               Tel +44-865-273840                             |
|                                                              |
|Created        August 1981                                    |
|Updated        April 1985                                     |
|Issue          1.3                Copyright (C) J.P.Bowen 1985|
----------------------------------------------------------------
----------------------------------------------------------------
|Mnem.  |Op|F|Description                   |Notes                |
|------+--+-+----------------------------+---------------------|
|ADC    |74|*|Add with Carry                |{DF,D}=mx+D+DF        |
|ADCI i|7C|*|Add with Carry Immediate       |{DF,D}=mp+D+DF,p=p+1 |
|ADD    |F4|*|Add                           |{DF,D}=mx+D           |
|ADI  i|FC|*|Add Immediate                  |{DF,D}=mp+D,p=p+1    |
|AND    |F2|*|Logical AND                   |D={mx}&D              |
|ANI  i|FA|*|Logical AND Immediate          |D={mp}&D,p=p+1        |
|B1   a|34|-|Branch if EF1                  |If EF1=1 BR else NBR |
|B2   a|35|-|Branch if EF2                  |If EF2=1 BR else NBR |
|B3   a|36|-|Branch if EF3                  |If EF3=1 BR else NBR |
|B4   a|37|-|Branch if EF4                  |If EF4=1 BR else NBR |
|BDF  a|33|-|Branch if DF                   |If DF=1 BR else NBR  |
|BGE  a|33|-|Branch if Greater or Equal     |See BDF               |
|BL   a|38|-|Branch if Less                 |See BNF BR else NBR  |
|BM   a|38|-|Branch if Minus                |See BNF               |
|BN1  a|3C|-|Branch if Not EF1              |If EF1=0 BR else NBR |
|BN2  a|3D|-|Branch if Not EF2              |If EF2=0 BR else NBR |
|BN3  a|3E|-|Branch if Not EF3              |If EF3=0 BR else NBR |
|BN4  a|3F|-|Branch if Not EF4              |If EF4=0 BR else NBR |
|BNF  a|38|-|Branch if Not DF               |If DF=0 BR else NBR  |
|BNQ  a|39|-|Branch if Not Q                |If Q=0 BR else NBR   |
|BNZ  a|3A|-|Branch if D Not Zero           |If D=1 BR else NBR   |
|BPZ  a|33|-|Branch if Positive or Zero     |See BDF               |
|BQ   a|31|-|Branch if Q                    |If Q=1 BR else NBR   |
|BR   a|30|-|Branch                         |pl=mp                 |
|BZ   a|32|-|Branch if D Zero               |If D=0 BR else NBR   |
|DEC  r|2N|-|Decrement register N           |n=n-1                 |
|DIS    |71|-|Disable                       |{X,P}=mx,x=x+1,IE=0  |
|GHI  r|9N|-|Get High register N            |D=nh                  |
|GLO  r|8N|-|Get Low register N             |D=nl                  |
|IDL    |00|-|Idle (wait for DMA or int.)   |Bus=m0                |
|INC  r|1N|-|Increment register N           |n=n+1                 |
|INP  d|6N|-|Input (N=d+8=9-F)              |mx=Bus,D=Bus,Nlines=d|
|IRX    |60|-|Increment register X          |x=x+1                 |
|LBDF a|C3|-|Long Branch if DF              |If DF=1 LBR else LNBR|
|LBNF a|C8|-|Long Branch if Not DF          |If DF=0 LBR else LNBR|
|LBNQ a|C9|-|Long Branch if Not Q           |If Q=0 LBR else LNBR |
|LBNZ a|CA|-|Long Branch if D Not Zero      |If D=1 LBR else LNBR |
|LBQ  a|C1|-|Long Branch if Q               |If Q=1 LBR else LNBR |
|LBR  a|C0|-|Long Branch                    |p=mp                  |
|LBZ  a|C2|-|Long Branch if D Zero          |If D=0 LBR else LNBR |
|LDA  r|4N|-|Load advance                   |D=mn,n=n+1            |
|LDI  i|F8|-|Load Immediate                 |D=mp,p=p+1            |
|LDN  r|0N|-|Load via N (except N=0)        |D=mn                  |
|LDX    |F0|-|Load via X                    |D=mx                  |
|LDXA   |72|-|Load via X and Advance        |D=mx,x=x+1            |
|LSDF   |CF|-|Long Skip if DF               |If DF=1 LSKP else NOP|
|LSIE   |CC|-|Long Skip if IE               |If IE=1 LSKP else NOP|
|LSKP   |C8|-|Long Skip                     |See NLBR              |
```

```
|LSNF   |C7|-|Long Skip if Not DF         |If DF=0 LSKP else NOP|
|LSNQ   |C5|-|Long Skip if Not Q          |If Q=0 LSKP else NOP |
|LSNZ   |C6|-|Long Skip if D Not Zero     |If D=1 LSKP else NOP |
|LSQ    |CD|-|Long Skip if Q              |If Q=1 LSKP else NOP |
|LSZ    |CE|-|Long Skip if D Zero         |If D=0 LSKP else NOP |
|MARK   |79|-|Push X,P to stack  (T={X,P})|m2={X,P},X=P,r2=r2-1 |
|NBR    |38|-|No short Branch (see SKP)   |p=p+1                |
|NLBR a|C8|-|No Long Branch (see LSKP)    |p=p+2                |
|NOP    |C4|-|No Operation                |Continue             |
|OR     |F1|*|Logical OR                  |D={mx}vD             |
|ORI  i|F9|*|Logical OR Immediate         |D={mp}vD,p=p+1       |
|OUT  d|6N|-|Output (N=d=1-7)             |Bus=mx,x=x+1,Nlines=d|
|PLO  r|AN|-|Put Low register N           |nl=D                 |
|PHI  r|BN|-|Put High register N          |nh=D                 |
|REQ    |7A|-|Reset Q                     |Q=0                  |
|RET    |70|-|Return                      |{X,P}=mx,x=x+1,IE=1  |
|RSHL   |7E|*|Ring Shift Left             |See SHLC             |
|RSHR   |76|*|Ring Shift Right            |See SHRC             |
|SAV    |78|-|Save                        |mx=T                 |
|SDB    |75|*|Subtract D with Borrow      |{DF,D}=mx-D-DF       |
|SDBI i|7D|*|Subtract D with Borrow Imm.  |{DF,D}=mp-D-DF,p=p+1 |
|SD     |F5|*|Subtract D                  |{DF,D}=mx-D          |
|SDI  i|FD|*|Subtract D Immediate         |{DF,D}=mp-D,p=p+1    |
|SEP  r|DN|-|Set P                        |P=N                  |
|SEQ    |7B|-|Set Q                       |Q=1                  |
|SEX  r|EN|-|Set X                        |X=N                  |
|SHL    |FE|*|Shift Left                  |{DF,D}={DF,D,0}<-    |
|SHLC   |7E|*|Shift Left with Carry       |{DF,D}={DF,D}<-      |
-----------------------------------------------------------------
-----------------------------------------------------------------
|Mnem. |Op|F|Description                  |Notes                |
|------+--+-+----------------------------+---------------------|
|SHR    |F6|*|Shift Right                 |{D,DF}=->{0,D,DF}    |
|SHRC   |76|*|Shift Right with Carry      |{D,DF}=->{D,DF}      |
|SKP    |38|-|Short Skip                  |See NBR              |
|SMB    |77|*|Subtract Memory with Borrow |{DF,D}=D-mx-{~DF}    |
|SMBI i|7F|*|Subtract Mem with Borrow Imm|{DF,D}=D-mp-~DF,p=p+1|
|SM     |F7|*|Subtract Memory             |{DF,D}=D-mx          |
|SMI  i|FF|*|Subtract Memory Immediate   |{DF,D}=D-mp,p=p+1    |
|STR  r|5N|-|Store via N                 |mn=D                 |
|STXD   |73|-|Store via X and Decrement   |mx=D,x=x-1           |
|XOR    |F3|*|Logical Exclusive OR        |D={mx}.D             |
|XRI  i|FB|*|Logical Exclusive OR Imm.   |D={mp}.D,p=p+1       |
|       |  |-|Interrupt action            |T={X,P},P=1,X=2,IE=0 |
|------+--+-+--------------------------------------------------|
|       |??| |8-bit hexadecimal opcode                          |
|       |?N| |Opcode with register/device in low 4/3 bits       |
|       |  |-|DF flag unaffected                                |
|       |  |*|DF flag affected                                  |
|-----------+--------------------------------------------------|
| mn        |Register addressing                               |
| mx        |Register-indirect addressing                      |
| mp        |Immediate addressing                              |
| R( )      |Stack addressing (implied addressing)             |
|-----------+--------------------------------------------------|
|DFB n(,n)  |Define Byte                                       |
|DFS n      |Define Storage block                              |
```

DFW n(,n)	Define Word
D	Data register (accumulator, 8-bit)
DF	Data Flag (ALU carry, 1-bit)
I	High-order instruction digit (4-bit)
IE	Interrupt Enable (1-bit)
N	Low-order instruction digit (4-bit)
P	Designates Program Counter register (4-bit)
Q	Output flip-flop (1-bit)
R	1 of 16 scratchpad Registers(16-bit)
T	Holds old {X,P} after interrupt (X high, 8-bit)
X	Designates Data Pointer register (4-bit)
mn	Memory byte addressed by R(N)
mp	Memory byte addressed by R(P)
mx	Memory byte addressed by R(X)
m?	Memory byte addressed by R(?)
n	Short form for R(N)
nh	High-order byte of R(N)
nl	Low-order byte of R(N)
p	Short form for R(P)
pl	Low-order byte of R(P)
r?	Short form for R(?)
x	Short form for R(X)
R(N)	Register specified by N
R(P)	Current program counter
R(X)	Current data pointer
R(?)	Specific register
a	Address expression
d	Device number (1-7)
i	Immediate expression
n	Expression
r	Register (hex digit or an R followed by hex digit)
+	Arithmetic addition
-	Arithmetic subtraction
*	Arithmetic multiplication
/	Arithmetic division
&	Logical AND
~	Logical NOT
v	Logical inclusive OR
.	Logical exclusive OR
<-	Rotate left
->	Rotate right
{ }	Combination of operands
?	Hexadecimal digit (0-F)
-->	Input pin
<--	Output pin
<-->	Input/output pin

34.1. Obvody rodiny CDP 1802

*

Odkazy:

- 1800-Series Chip Identification[15]
-

Tabulka 34-1. Přehled obvodů rodiny CDP 1802

označení	popis
CDP1801CRD	"Microprocessor Register", registry a alu
CDP1801CUD	"Microprocessor Control", řízení (59 instrukcí)
CDP1802	mikroprocesor
CDP1804	mikroprocesor, 113 instrukcí, vylepšená verze 1802, ROM 2KB, RAM 64B
CDP1805	mikroprocesor, 123 instrukcí, rozšířená verze 1802, 64B RAM
CDP1806	mikroprocesor, varianta 1805, místo nožičky !ME má GND.
CDP1821	RAM 1K*1
CDP1822	RAM 256*4
CDP1823	RAM 128*8
CDP1824	RAM 32*8
CDP1825	RAM 1K*4
CDP1831	ROM 512*8 (maskou programovaná)
CDP1832	ROM 512*8 (maskou programovaná)
CDP1833	ROM 1K*8 (maskou programovaná)
CDP1834	ROM 1K*8 (maskou programovaná)
CDP1835	ROM 2K*8 (maskou programovaná)
CDP18U42	UV EPROM 256*8
CDP1851	PIO (Programmable I/O)
CDP1852	Byte I/O - 8-bit I/O port
CDP1853	Decoder 1 z 8
CDP1854A	UART
CDP1855	MDU (Multiply/Divide Unit)
CDP1856	Buffer 4- bit
CDP1857	Buffer 4- bit
CDP1858	Latch/Decoder - 4-bit
CDP1859	Latch/Decoder - 4-bit
CDP1861	VDC (Video Display Controller) "Pixie"
CDP1862	Color Generator Circuit
CDP1863	Programmable Frequency Generator
CDP1864	VDC (PAL Video Display Controller)
CDP1866	Latch/Decoder - 4-bit
CDP1867	Latch/Decoder - 4-bit

označení	popis
CDP1868	Latch/Decoder - 4-bit
CDP1869	VIS (Video Interface System)
CDP1870	VIS (Video Interface System)
CDP1871A	Keyboard Encoder, ASCII/HEX
CDP1872	High-Speed Input Port - 8-bit
CDP1873	High-Speed Decder - 1 of 8
CDP1874	High-Speed Input Port - 8-bit
CDP1875	High-Speed Output Port
CDP1876	VIS (Video Interface System)
CDP1877	Programmable Interrupt Controller
CDP1878	Dual-Counter Timer
CDP1879	Real Time Clock
CDP6402	Industry Standard UART
CDP6551	UART with baud rate generator

34.1.1. CDP 1802

*

Obrázek 34-2. Vývody CDP 1802 v pouzdru DIL40

```
        +-----+  +-----+
 CLOCK -|  1  |__|  40 |- Vdd
 !WAIT -|  2        39 |- !XTAL
!CLEAR -|  3        38 |- !DMA IN
     Q -|  4        37 |- !DMA OUT
   SC1 -|  5        36 |- !INTERRUPT
   SC0 -|  6        35 |- !MWR
  !MRD -|  7        34 |- TPA
 BUS 7 -|  8        33 |- TPB
 BUS 6 -|  9        32 |- MA7
 BUS 5 -| 10        31 |- MA6
 BUS 4 -| 11        30 |- MA5
 BUS 3 -| 12        29 |- MA4
 BUS 2 -| 13        28 |- MA3
 BUS 1 -| 14        27 |- MA2
 BUS 0 -| 15        26 |- MA1
   Vcc -| 16        25 |- MA0
    N2 -| 17        24 |- !EF1
    N1 -| 18        23 |- !EF2
    N0 -| 19        22 |- !EF3
   Vss -| 20        21 |- !EF4
        +--------------+
```

TPA

Signál oznamující že na MA0-MA7 jsou bity 8-15 adresy

TPB

Signál oznamující že na MA0-MA7 jsou bity 0-7 adresy

!CLEAR
!WAIT

Nastavují procesor do jednoho ze čtyř módů.

!CLEAR	!WAIT	MODE
L	L	LOAD
L	H	RESET
H	L	PAUSE
H	H	RUNx

34.1.2. CDP 1804

*

Obvod obsahuje procesor CDP 1802, má stejné zapojení vývodů. Navíc obsahuje maskou programovatelnou paměť ROM 2KB, paměť RAM 64B a čítač/časovač.

Obrázek 34-3.

```
        +-----+  +-----+
 CLOCK -|  1  |__|  40 |- Vdd
 !WAIT -|  2        39 |- !XTAL
!CLEAR -|  3        38 |- !DMA IN
     Q -|  4        37 |- !DMA OUT
   SC1 -|  5        36 |- !INTERRUPT
   SC0 -|  6        35 |- !MWR
  !MRD -|  7        34 |- TPA
 BUS 7 -|  8        33 |- TPB
 BUS 6 -|  9        32 |- MA7
 BUS 5 -| 10        31 |- MA6
 BUS 4 -| 11        30 |- MA5
 BUS 3 -| 12        29 |- MA4
 BUS 2 -| 13        28 |- MA3
 BUS 1 -| 14        27 |- MA2
 BUS 0 -| 15        26 |- MA1
  !EMS -| 16        25 |- MA0
    N2 -| 17        24 |- !EF1
    N1 -| 18        23 |- !EF2
    N0 -| 19        22 |- !EF3
   Vss -| 20        21 |- !EF4
        +--------------+
```

34.2. Instrukce CDP 1802 (1805)

Tabulka 34-2. Operační kódy instrukcí CDP1802 (1805) řazené podle operačního kódu

název instrukce	mnemo	strojový kód				popis
		bin	oc-tal	dec	hexa	
ldn	`LDN`	`0000 nnnn`	`000`	`0`	`0n`	Load via N
bdf	`BDF`	`0011 0011`	`063`	`51`	`33`	Branch if DF
bge	`BGE`	`0011 0011`	`063`	`51`	`33`	Branch if Greater or Equal
bl	`BL`	`0011 1000`	`070`	`56`	`38`	Branch if Less
irx	`IRX`	`0110 0000`	`140`	`96`	`60`	Increment register X
adc	`ADC`	`0111 0100`	`164`	`116`	`74`	Add with Carry
adci	`ADCI i`	`0 1111 100i`	`370`	`248`	`7c ii`	Add with Carry Immediate
nop	`NOP`	`1100 0100`	`304`	`196`	`c4`	No Operation
ldx	`LDX`	`1111 0000`	`360`	`240`	`f0`	Load via X
and	`AND`	`1111 0010`	`362`	`242`	`f2`	Logical And
add	`ADD`	`1111 0100`	`364`	`244`	`f4`	Add
ani	`ANI`	`1 1111 010i`	`764`	`500`	`fa ii`	Logical And Immediate
adi	`ADI i`	`1 1111 100i`	`770`	`504`	`fc ii`	Add Immediate

ADC

Jméno

`ADC` — Add with Carry

Přehled

`ADC`

Popis

{DF,D} ⟵ mx+D+DF

Odkazy

Související instrukce: cdp1802.isa.add;, ADCI, cdp1802.isa.adi;.

-
-

ADCI

Jméno

`ADCI` — Add with Carry Immediate

Přehled

`ADCI`

Popis

{DF,D} ⟵ mx+D+DF, p=p+1

Odkazy

Související instrukce: ADC, cdp1802.isa.add;, cdp1802.isa.adi;.

-
-

ADD

Jméno

`ADD` — Add

Přehled

`ADD`

Popis

{DF,D} ⟵ mx+D

Odkazy

Související instrukce: ADC, ADCI, cdp1802.isa.adi;.

-
-

ADI

Jméno

`ADI` — Add Immediate

Přehled

```
ADI i
```

Popis

$\{DF,D\} \longleftarrow mx+D, p=p+1$

Odkazy

Související instrukce: ADC, ADCI, ADD.

-
-

AND

Jméno

`AND` — Logical AND

Přehled

```
AND i
```

Popis

$D \wedge Mem[Reg[X]] \longrightarrow D$

Odkazy

Související instrukce: ADD.

-
-

ANI

Jméno

`ANI` — Logical AND Immediate

Přehled

`ANI i`

Popis

D ∧ Mem[Reg[P]] ⟶ D, Rp=Rp+1

Odkazy

Související instrukce: ADI, AND.

-
-

BDF

Jméno

`BDF, BGE` — Branch if DF

Přehled

`BDF`

`BGE`

Popis

If DF=1 then branch;

Odkazy

Související instrukce: LDX.

-
-

BL

Jméno

`BL` — Branch if Less

Přehled

`BL`

Popis

If ... then branch;

Odkazy

Související instrukce: BDF, BGE.

-
-

IRX

Jméno

`IRX` — Increment register X

Přehled

```
IRX
```

Popis

Odkazy

Související instrukce: LDX.

-
-

LDN

Jméno

`LDN` — Load via N

Přehled

```
LDN
```

Popis

M[Rn] ⟶ D; for n not 0

Odkazy

Související instrukce: LDX.

-
-

LDX

Jméno

`LDX` — Load via X

Přehled

```
LDX
```

Popis

Odkazy

Související instrukce: IRX.

-
-

NOP

Jméno

`NOP` — No Operation

Přehled

```
NOP
```

Popis

Odkazy

Související instrukce: IRX.

-
-

Poznámky

1. http://www.retrotechnology.com/memship/mem_decker.html
2. http://www.retrotechnology.com/memship/memship.html
3. http://www.elf-emulation.com/microelf.html
4. http://www.elf-emulation.com/hardware.html
5. http://en.wikipedia.org/wiki/CDP_1802
6. http://www.antiquetech.com/chips/RCA1802.htm
7. http://www.ittybittycomputers.com/IttyBitty/ShortCor.htm
8. http://www.tedrossin.0sites.net/Electronics/RCA/RCA.html
9. http://penguincentral.com/retrocomputing/ElfII/
10. http://oldcomputers.net/rca-cosmac-vip.html
11. http://www.cosmacelf.com/
12. http://ken.krother.com/1802/
13. http://www.old-computers.com/museum/computer.asp?st=1&c=110
14. http://ringcomps.co.uk/hhc/
15. http://www.decodesystems.com/cosmac/#chipset

Kapitola 35. Motorola 6809

Odkazy:
- Motorola 6809[1] From Wikipedia. (2[2])
- 6809E 8-bit microprocessor[3] — vývody a základní specifikace
-
-
-

Tento procesor je následníkem modelu 6800. Je to jeden z nejlépe navržených osmibitových mikroprocesorů vůbec. Oproti ostatním se liší zejména v možností psát kód nezávislý na absolutních adresách.

35.1. Registry

Obrázek 35-1. Registry MC6809

```
 15                                            0
+-----------------------+-----------------------+
|              X -- Index Register              |
+-----------------------+-----------------------+
|              Y -- Index Register              |
+-----------------------+-----------------------+
|            U -- User Stack Pointer            |
+-----------------------+-----------------------+
|          S -- Hardware Stack Pointer          |
+-----------------------+-----------------------+
|                Program Counter                |
+-----------------------+-----------------------+
|     Accumulator A     |     Accumulator B     |
+-----------------------+-----------------------+

                         7                     0
                        +-----------------------+
                        | Direct Page Register  |
                        +-----------------------+

                         7                     0
                        +-----------------------+
                        | E  F  H  I  N  Z  V  C|
                        +-----------------------+
                      CC -- Condition Code Register
```

35.2. Programovací nástroje a prostředí

Odkazy:
- ciforth for 6809[4]
-
- Homebrew 6809 Computer: First Test[5]
- Homebrew 6809 Computer: Hello World[6]

- Homebrew 6809 Computer + Terminalscope: Monitor, Disassembler[7]
-

35.3. Konstrukce založené na 6809

Odkazy:

- **Ultimate 8-Bit Computer:**
  - ultim809[8]
  - Homebrew 6809 Computer: First Test[9] — na YouTube
  - Homebrew 6809 Computer: Hello World[10]
  - Homebrew 6809 Computer (work in progress)[11] — obrázky na flickr.com
  -
-

Ultime

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/index.html?curid=20326
2. http://en.wikipedia.org/wiki/6809
3. http://www.msarnoff.org/chipdb/6809E
4. http://home.hccnet.nl/a.w.m.van.der.horst/m6809forth.html
5. http://www.youtube.com/watch?v=IXu8P2qGoj8
6. http://www.youtube.com/watch?v=4bU1iyKxkCI
7. http://www.youtube.com/watch?v=BP7sjnVzTqw
8. http://www.msarnoff.org/projects/6809/
9. http://www.youtube.com/watch?v=IXu8P2qGoj8
10. http://www.youtube.com/watch?v=4bU1iyKxkCI
11. http://www.flickr.com/photos/74hc595/sets/72157623669618653/

Kapitola 36. 6502

Odkazy:

- An expandable 6502 SBC[1]
- Visual Transistor-level Simulation of the 6502 CPU[2] and other chips!
-
-

Poznámky

1. http://members.lycos.co.uk/leeedavison/6502/sbc/index.html
2. http://www.visual6502.org/welcome.html

Kapitola 37. SC/MP

Odkazy:

-
- SC/MP revisited[1] A SC/MP micro-computer with NIBL Tiny-BASIC
- ISP-8A/600 single-chip 8-bit n-channel Microprocessor (SC/MP 2)[2]

Poznámky

1. http://www.dos4ever.com/SCMP/SCMP.html
2. http://uk.randominter.net/mymk14.co.uk/paulRobson/scmp.htm

Kapitola 38. MIPS32

Architektura MIPS patří mezi původní staré RISC architektury.

38.1. Registry

Instrukce procesoru umožňují pracovat s 32 obecnými registry, každý 32 bitů veliký. Tyto registry jsou označovány čísly jako `$0`, `$1`, ... `$31`. Některé z těchto registrů mají speciální význam a použití ostatní vymezují konvence.

$0

Tento registr obsahuje na pevno hodnotu nula. Při čtení vždy přečteme nulu a zápis do tohoto registru je ignorován.

$31

Link registr. Do tohoto registru ukládá instrukce `jal` návratovou adresu.

Čítač instrukcí, není registr. Protože architektura MIPS používá proudové zpracování instrukcí, není rozumné uvažovat v termínech jako je čítač instrukcí.

Tabulka 38-1. Konvence pojmenování a použití registrů

číslo registru	jméno	použití
0	`zero`	konstanta 0
1	`at`	(assembly temporary) dočasný registr
2-3	`v0`, `v1`	*value* hodnoty vracené podprogramem, výsledky
4-7	`a0-a3`	*arguments* parametry podprogramu, argumenty
8-15	`t0-t7`	dočasné hodnoty, k volnému užití podprogramem
24,25	`t8`, `t9`	dočasné hodnoty, k volnému užití podprogramem
16-23	`s0-s7`	
26,27	`k0`, `k1`	reservováno pro užití obsluhou přerušení
28	`gp`	*Global pointer*
29	`sp`	*Stack pointer*
30	`s8/fp`	
31	`ra`	*Return address*

Kapitola 39. PIC

*

Odkazy:

- David Tait's PIC Archive[1]
- PICLIST.COM[2]
- CHEAPIC[3]
- PikLab[4] — IDE for PIC microcontrollers
- Intro to Programming PIC Microcontrollers in Linux[5]
- Pic Cross Development Support Tools[6]
- Eric's PIC Page[7]
- PICPROJECTS[8] for 12F & 16F PIC Microcontrollers
-
-

39.1. Programátory pro PIC

Odkazy:

- ZPL: a Zero Pin Loader for the PICmicro 18F family[9]
- PikDev Hardware[10]
- HOODMICRO[11] ($1.95 za PCB, $60 komplet)
- Byron Jeff's Trivial HVP Programmer[12] — na paralelní port
- Open Programmer v0.7.x[13]
-

39.1.1.

*

Odkazy:

- UsbPicProg.org[14]
- usbpicprog: Simple USB PIC programmer[15]
-

39.2. Nástroje a prostředí pro vývoj programů

*

Odkazy:

- How-to: Program PICs using Linux[16] na HACK A DAY [2010-11-03]
-

39.2.1. Forth

Odkazy:

- FLASHFORTH for the PIC18F and the dsPIC30F[17]
-

39.3. Konstrukce s PICy

To be done:

- DL4YHF's Audio-Utilities: A/D converter for the serial port[18]
-

39.3.1. Čítač / měřič kmitočtu

Odkazy:

- 2.5 GHz Frequency counter[19]
- Frequency counter with a PIC and minimum hardware[20] by Wolfgang "Wolf" Büscher, DL4YHF
- The Weeder Frequency Counter PIC 16F84 port[21] by Peter Cousens
- Universal frequency meter[22]
- PIC frequency meters/digital scales[23]
-

PIC
PIC http://www.foxdelta.com/products/fc1.htm

39.4. Řešení různých problémů

Odkazy:

- PIC - RAM Extension with 32k/64k SRAM[24]

Poznámky

1. http://www.piclist.com/techref/microchip/davidtait/index.html
2. http://www.piclist.com/techref/piclist/index.htm
3. http://www.piclist.com/techref/piclist/cheapic/index.htm
4. http://piklab.sourceforge.net/
5. http://www.micahcarrick.com/pic-programming-linux.html
6. http://www.cs.uiowa.edu/~jones/cross/pic/
7. http://www.brouhaha.com/~eric/pic/
8. http://picprojects.org.uk/
9. http://www.circuitcellar.com/flash2002/Honorable/M285-abstract.htm
10. http://pikdev.free.fr/hardware.html
11. http://www.k9spud.com/hoodmicro/
12. http://www.finitesite.com/d3jsys/proghvp.html
13. http://openprog.altervista.org/

14. http://usbpicprog.org/
15. http://sourceforge.net/projects/usbpicprog/
16. http://hackaday.com/2010/11/03/how-to-program-pics-using-linux/
17. http://flashforth.sourceforge.net/
18. http://freenet-homepage.de/dl4yhf/soundutl/serpicad.htm
19. http://hem.passagen.se/communication/frcpll.html
20. http://freenet-homepage.de/dl4yhf/freq_counter/freq_counter.html#cc_or_ca_display
21. http://www.piclist.com/techref/piclist/weedfreq.htm
22. http://www.qsl.net/yo5ofh/pic/freq_counter_1300mhz/vhf&uhf_universal_frequency_meter.htm
23. http://www.qsl.net/om3cph/counter/counter.html
24. http://www.captain.at/electronics/pic-ram/

Kapitola 40. AVR

Odkazy:

- ATMEL AVR® 8-Bit RISC[1] — domovské stránky AVR na vebu firmy ATMEL
- AVR on Wikipedia[2]
- AVR Beginners NET (asm tutorial)[3]
- AVR freaks[4]
- Programujeme jednočipy[5] (Wikikniha)

Konstrukce:

- RGB lampička[6]

Vývojové nástroje a programátory:

- Linux Development Tools for Atmel AVR[7]
- UISP - AVR In-System Programmer[8]
- AVR Bootloader and Programmer[9]
- Download page[10]
- Programming the AVR microcontroller with GCC, libc 1.0.4[11]
- AVR MCU programmer[12] ultra low-cost programmer for AT90S1200, 2313, 2323, 2343, 4414 4434 8515 8535
- PonyProg serial device programmer[13]
- ispRE: Do-it-yourself AVRISP-compatible Programmer[14]
- Using AVR microcontrollers: Minimalist target boards[15]
- Simple AVR Programmers[16]
- **DAPA programátory na paralelní port**
  - Programator ISP[17]
  - DaPa == Direct AvR Parallel Access[18]
  - The Arduino Boot-Cloner[19]
  - Flashen für jedermann mit dem ISP-Programmieradapter[20]
  - Programátor na paralelní port[21]
  - Programming the AVR Microcontroller with GCC[22]
  - Atmel AVR pod Linuxom[23]
  - AVR STK Parallel Port Dongle Programmer[24]
  - Trio AVR ISP: tři zařízení zároveň[25]
  - AVR In-Circuit Programmer[26]
  - AVR Programming Adaptor using 74LS244[27]
  - Sample Electronics Programmer[28]
- **DASA programátory na sériový port**
  - HOWTO get started with an AVR at minimal cost[29]
  - Getting Started With Avrs, Too much info!![30]
  - Beginner’s Microcontroller Programming-III: (Further) Simplification of the LancOs’s SI Prog the Serial Port Porgrammer[31]
- **Programátory na USB port**
  - USBAVR-ISP[32]
  - USBtiny[33]

- ISP Header - 6 way IDC - Atmel SPI pin-out[34]
- AVR ISP programmer Adapter KIT 10 to 6 pin[35]
- The I106 is an ISP converter for AVR ISP programmer[36]
- STK to breadboard adapter[37]

Procesory AVR se dělí do několika základních rodin, pokusil jsem se je seřadit v tabulce. Rodina ATtiny zahrnuje nejmenší obvody. Zde se nacházejí i obvody s 8 vývody. Jsou určeny pro jednoduché aplikace kde není potřeba k MCU připojovat více obvodů.

Další rodinou je nejrozšířenější rodina ATmega. Zde jsou běžné obvody s bohatým periferním vybavením a dostatkem paměti programu i pro náročnější aplikace.

Další dvě rodiny jsou specializované, rodině XMEGA má větší paměť programu a poslední rodina zvláštních procesorů zahrnuje procesory s programovatelným logickým polem na jednom čipu.

Tabulka 40-1.

rodina	paměť programu	instrukční sada	vývody	periferie
tiny	1-8KB	základní	8-32	omezené
mega	4-256KB	rozšířená	28-100	rozšířené
XMEGA	16-384KB	rozšířená	44-100	rozšířené
zvláštní				

Následující tabulka obsahuje vybrané parametry vybraných procesorů. Není rozhodně v žádném směru úplnná.

Tabulka 40-2. Přehled vybraných obvodů řady AVR ATtiny

typ	IO	paměť			Vcc [V]	f [MHz]	pouzdro	periferie
		Fla.	RAM	EEP.				
4	4	512B	32		0–4 MHz @ 1.8–5.5V 0–8 MHz @ 2.7–5.5V 0–12 MHz @ 4.5–5.5V		SOT-23	
5							ADC	
9		1024B						
10							ADC	
11L	6	1KB			2.7 - 5.5	0 - 2	PDIP8	zastaralý, nemá ISP
11					4.0 - 5.5	0 - 6		
12V	6	1KB	32B	64B	1.8 - 5.5	0 - 1.2	PDIP8	zastaralý
12L					2.7 - 5.5	0 - 4		
12					4.0 - 5.5	0 - 8		
13	6	1KB	64B	64B	2.7 - 5.5	0 - 20	PDIP8	4-ch 10-bit A/D, WDT, Timer with 2 PWM channels
13V					1.8 - 5.5	0 - 10		

typ	IO	paměť			Vcc [V]	f [MHz]	pouzdro	periferie
		Fla.	RAM	EEP.				
13A					1.8 - 5.5	0 - 20		% + picoPower, 190μA při 1.8V a 1MHz
15L	6	1KB	-	64	2.7 - 5.5	1.6 int.	PDIP8	timer, 4ch 10bit ADC, WDT, zastaralý, nahrazen ATtiny25
22L	6	2KB	128B	128B				zastaralý
2323								
2343								
24	12	2KB	128B	128B			PDIP14	2 timers, 8 ADC, WDT, USI
44		4KB	256B	256B				
84		8KB	512B	512B				
25	6	2KB	128B	128B	2.7 - 5.5	0 - 16	PDIP8	2 timers, 4 ADC, WDT, USI, 24/44/84 v PDIP8
45		4KB	256B	256B				
85		8KB	512B	512B				
26	16	2KB	128B	128B	2.7 - 5.5	0 - 16		zastaralý
28	16	2KB			1.8 - 5.5	0 - 4		zastaralý
261	16	2KB	128B	128B	2.7 - 5.5	0 - 16	PDIP20	2 timers +3PWM, 11 ADC 10bit, WDT, USI
461		4KB	256B	256B				
861		8KB	512B	512B				
2313A	18	2KB	128B	128B	1.8 - 5.5	0 - 20	PDIP20, SOIC-20, MLF/VQFN-20	8-bit Timer/Counter, 16-bit Timer/Counter, 4*PWM, Analog Comparator, WDT, USI, Full Duplex USART
4313		4KB	256B	256B				

Zjednodušený přehled ATtiny:

- **ATtiny 24/44/84** — obvody s 12 GPIO. Pouzdro s 14 vývody (SOIC a PDIP). Periferie: T0 8-bit čítač s 2 PWM, T1 16-bit čítač s 2 PWM, 10-bit ADC, WDT, USI, dW, ISP via SPI
- **ATtiny 25/45/85** — obvody s 6 GPIO. Nejmenší pouzdro s 8-mi vývody. Periferie: T0 8-bit čítač/časovač s 2 PWM, T1 HS 8-bit čítač, USI, 10-bit ADC, WDC, dW, ISP via SPI
- **ATtiny 261/461/861** — obvody s 16 GPIO. Pouzdro s 20 vývody (SOIC). Periferie: T0 8/16-bit čítač/časovač, T1 HS 8/10-bit čítač s PWM, USI, 10-bit ADC, WDC, dW, ISP via SPI

Tabulka 40-3. Přehled vybraných obvodů řady AVR ATmega

typ	IO	paměť			napájení [V]	takt [MHz]	pouzdro	periferie
		Flash	RAM	EEPROM				
48P	23	4K	512	256	2.7 - 5.5	0 - 20	PDIP28S	2*8bit Tim/C, 1*16bit Tim/C, 6*PWM, 6-8 10bit ADC, USART, SPI, TWI, WDT
88P		8K	1K	512				
168P		16K	1K	512				
328P		32K	2K	1K				
164P/PA	32	16K	1K	512B	1.8 - 5.5	0 - 20	PDIP40W, TQFP44, VQFN/QFN/MLF-44, DRQFN-44, VFBGA-49	2* 8-bit counters, 16-bit counter, RTC, 6*PWM, 8*10-bit ADC, I2C, 2*USART, SPI, WDT
324P/PA		32K	2K	1K				
644P/PA		64K	4K	2K				
1284(P)		128K	**16K**	4K				
8A	23	8KB	1KB	512B	2.7 - 5.5	0-16	PDIP28S, TQFP-32, QFN/MLF-32	
16	32	16KB	1KB	512B	4.5 - 5.5 V	0 - 16	PDIP40W, TQFP-44, MLF-44	zastaralý
16L					2.7 - 5.5	0 - 8		
32A	32	32KB	2KB	1KB	2.7 - 5.5	0 - 16	PDIP-40, TQFP-44, QFN/MLF-44	
32					4.5 - 5.5	0 - 16		zastaralý
32L					2.7 - 5.5	0 - 16		
64	53	64KB	4KB	2KB	4.5 - 5.5	0 - 16	TQFP-64, QFN/MLF-64	zastaralý
64L					2.7 - 5.5	0 - 16		
128								
162V	35	16KB	1KB	512B	1.8 - 5.5	0 - 8	PDIP40W, TQFP-44, MLF-44	XMEM, 2*8bit Timer/counter, 2*16bit Timer/Counter
162					2.7 - 5.5	0 - 16		

Zjednodušený přehled ATmega:

- **ATmega8/16/32/64/128**
- **ATmega** — obvody s x GPIO. Pouzdro s x vývody (SOIC). Periferie:
- **ATmega** — obvody s x GPIO. Pouzdro s x vývody (SOIC). Periferie:
- **ATmega** — obvody s x GPIO. Pouzdro s x vývody (SOIC). Periferie:

Tabulka 40-4. Obvody s USB rozhraním

typ	Flash	RAM	EEPROM	GPIO	pouzdra
AT90USB82	8KB	512B	512B	22	TQFP32, VQFN32
AT90USB162	16KB	512B	512B	22	TQFP32, VQFN32
ATmega16U4	16KB	2.5KB	1KB	26	TQFP44, VQFN44
ATmega32U4	32KB	2.5KB	1KB	26	TQFP44, VQFN44
AT90USB646	64KB	4KB	2KB	48	TQFP64, VQFN64
AT90USB647	64KB	4KB	2KB	48	TQFP64, VQFN64
AT90USB1286	128KB	8KB	4KB	48	VQFN64
AT90USB1287	128KB	8KB	4KB	48	TQFP64, VQFN64

Překladače a assemblery

- avra
- gcc-avr
- simulavr

Nástroje pro ladění programů

- AVaRICE[38]

40.1. Integrované periferie a části procesoru

Procesory obsahují řadu intergrovaných jednotek pro různé účely. Je třeba připomentout že ne keždý obvod má všechny periferie a ikdyž mají periferie v obvodu stejné označení, jako například Timer/Counter0, mohou různé procesory obsahovat odlišné implementace časovače s odlišnou funkčností. Pokusím se zde popsat některé obvody i s ukázkami jejich použití a rovněž upozornit na to v kterých procesorech se vyskytují.

Odkazy:

- Atmega8 Timers[39]
-

40.1.1. Jádro procesoru

40.1.1.1. SREG — Status Register

*

Tabulka 40-5. SREG — The AVR Status Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Obrázek 40-1. SREG — The AVR Status Register

```
         bit      7       6       5       4       3       2       1       0
                +-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
                |   I   |   T   |   H   |   S   |   V   |   N   |   Z   |   C   |
                +-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
   Read/Write      R/W     R/W     R/W     R/W     R/W     R/W     R/W     R/W
Initial Value       0      0      0      0      0      0      0      0
```

Bit 7 — I: Global Interrupt Enable

Global Interrupt Enable bit musí být nastaven aby byla povolena přerušení. Povolení jednotlivých přerušení se nastavuje v odpovídajících registrech periferního zařízení. Tento bit řídí/povoluje přerušení jako celek. Bit I je smazán

Bit 6 — T: Bit Copy Storage

Bit 5 – H: Half Carry Flag

40.1.2. Timer/Counter0 with PWM — čítač a časovač číslo 0 s PWM

Odkazy:

- AVR Timers - An Introduction[40]
- Timers in Compare Mode - Part I[41]
- Timers in Compare Mode - Part II[42]
-

TCNT0

OCR0A

OCR0B

TIFR0

TIMSK0

TCCR0A

Timer/Counter Control Register A

Tabulka 40-6. Timer/Counter Control Register A - TCCR0A

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	COM0A1	COM0A0	COM0B1	COM0B0	—	—	WGM01	WGM00
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W

TCCR0B

40.1.3. 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode

ATtiny48/88

Vyskytuje se v obvodech:

- ATtiny48/88

40.1.4. PWM

Odkazy:

- AVR Learning - Pulse Width Modulation[43]
-
-

40.1.5. Analogově digitální převodník

Odkazy:

- Analog to Digital Conversion in AVR[44]
-

Vin[V] = (ADCH*256+ADCL) * Vref[V]/1024

Vin[V] = ADCH * Vref[V]/256

```
void init_adc(void) {

 /* Měříme na portu ADC0, připravíme si jen ten. */
 PORTC &= ~_BV(PC0); DDRC  &= ~_BV(PC0);
 /** Choose clock and start ADC */
 ADCSRA |= _BV(ADEN) | _BV(ADPS2) | _BV(ADPS1) | _BV(ADPS0) | _BV(ADSC);

 /* wait for the value */
 loop_until_bit_is_clear(ADCSRA, ADSC);
}


voltage_t measure_voltage() {
 voltage_t result;

 /* ADC0/PC0 přepneme na vstupní, pro jistotu. */
 PORTC &= ~_BV(PC0); DDRC  &= ~_BV(PC0);

 ADMUX = 0b11000000; /* 2.56V Rref, noADLAR, select ADC0 */
 ADCSRA |= _BV(ADEN) | _BV(ADSC); /* Start Conversion */
 loop_until_bit_is_clear(ADCSRA, ADSC);
 result = (voltage_t) ADCL;
 result |= (((voltage_t) ADCH) <<8);
 ADCSRA &= ~_BV(ADEN);  /* Turn of ADC */

 return result;
}
```

40.2. Popis vybraných procesorů

-

ATtiny15

- The ATtiny15 Processor[45] on WEB-DOT-DEV

-
-
-

•

40.2.1. ATtiny4,5,9,10

Odkazy:

- Datasheet ATtiny4/5/9/10 Preliminary [46]
-

Skupina procesorů v 6-ti vývodovém pouzdře pro povrchovou montáž SOT-23. Procesory mají jen omezenou sadu 16-ti registrů R16 až R32. Mají 32B RAM a ukazatel zásobníku.

Obrázek 40-2. Zapojení vývodů pouzdra ATtiny4, ATtiny5, ATtiny9 a ATtiny10

```
                                        SOT-23
                                        .----+
     (PCINT0/TPIDATA/OC0A/ADC0/AIN0) PB0-|1  6|-PB3 (!RESET/PCINT3/ADC3)
                                     GND-|2  5|-Vcc
(PCINT1/TPICLK/CLKI/ICP0/OC0B/ADC1/AIN1) PB1-|3  4|-PB2 (T0/CLKO/PCINT2/INT0/ADC2)
                                        +----+
```

40.2.2. ATtiny15

40.2.2.1. Generování přerušení čítačem 1

```
;
```

40.2.3. ATtiny48/88

To be done:

40.2.4. ATtiny 24,44,84

Tabulka 40-7. Dostupnost ATtiny 24,44,84

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATtiny24-20PU	TME	2010-09-03	56.50 bez DPH	47
ATtiny24A-PU	TME	2010-09-03	50.20 bez DPH	17

40.2.5. ATtiny 25,45,85

Tabulka 40-8. Dostupnost ATtiny 25,45,85

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATtiny25-20PU	TME	2010-09-03	40.10 bez DPH	267
ATtiny25V-10PU	TME	2010-09-03	50.20 bez DPH	120
ATtiny45-20PU	TME	2010-09-03	46.40 bez DPH	396

40.2.6. ATtiny261/461/861

* *Status: Preliminary*

Základní vlastnosti obvodu

- Podle typu 2, 4 nebo 8KB FLASH paměti programu, ISP. Životnost minimálně 10,000 Write/Erase cyklů.
- Podle typu 128, 256 nebo 512B EEPROM paměti. Životnost minimálně 100,000 Write/Erase cyklů.
- Podle typu 128, 256 nebo 512B SRAM paměti.
- Pracovní napětí: 2.7 až 5.5V
-

Peripheral Features:

- 8/16-bit Timer/Counter with Prescaler
- 8/10-bit High Speed Timer/Counter with Separate Prescaler
- Universal Serial Interface with Condition Detector
- **10-bit ADC**
  - 11 Single Ended Channels
  - 16 Differential ADC Channel Pairs
  - 15 Differential ADC Channel Pairs with Programmable Gain (1x, 8x, 20x, 32x)
-

Obrázek 40-3. Zapojení vývodů pouzdra ATtiny261/461/861

```
                                +----+--+----+
    (MOSI/DI/SDA/!OC1A/PCINT8) PB0 | 1  +--+  20| PA0 (ADC0/DI/SDA/PCINT0)
         (MISO/DO/OC1A/PCINT9) PB1 | 2        19| PA1 (ADC1/DO/PCINT1)
   (SCK/USCK/SCL/!OC1B/PCINT10 PB2 | 3        18| PA2 (ADC2/INT1/USCK/SCL/PCINT2)
                (OC1B/PCINT11) PB3 | 4        17| PA3 (AREF/PCINT3)
                               VCC | 5        16| AGND
                               GND | 6        15| AVCC
(ADC7/!OC1D/CLKI/XTAL1/PCINT12) PB4 | 7        14| PA4 (ADC3/ICP0/PCINT4)
 (ADC8/OC1D/CLKO/CTAL2/PCINT13) PB5 | 8        13| PA5 (ADC4/AIN2/PCINT5)
        (ADC9/INT0/T0/PCINT14) PB6 | 9        12| PA6 (ADC5/AIN0/PCINT6)
        (ADC10/!RESET/PCINT15) PB7 |10        11| PA7 (ADC6/AIN1/PCINT7)
                                +------------+
```

Popis vývodů

VCC

Napájecí napětí.

GND

Zem, 0V.

AVCC

Napájecí napětí analogové části.

AGND

Zem analogové části obvodu.

Port A (PA0..PA7)

8-mi bitový obousměrný I/O port s vnitřnímu pull-up odpory (můžou být aktivovány pro každí pin zvlášť).

Port B (PB0..PB7)

8-mi bitový obousměrný I/O port s vnitřnímu pull-up odpory (můžou být aktivovány pro každí pin zvlášť).

!RESET

Nízké napětí (logická 0) na tomto vstupo resetuje procesor. Nízké napětí musí trvat dostatečně dlouho, krátké pulzy nemusí provést reset obvodu.

Programovací hlava se zapojuje na vývody MOSI (PB0), MISO (PB1), SCK (PB2), !RESET (PB7) a GND

To be done:

40.2.7. ATtiny2313

Starší model, který se pořád vyrábí a vylepšuje. Původní varianty ATtiny2313 a ATtiny2313V byly nahrazeny novou variantou ATtiny2313A. Rovněž přišel nový model ATtiny4313 který má dvojnásobné velikosti pamětí.

Obrázek 40-4. ATtiny2313A, ATtiny4313 v pouzdře PDIP20/SOIC20

```
                            +-----+  +-----+
      (PCINT10/!RESET/dW) PA2-| 1   +--+   20|-Vcc
            (PCINT11/RXD) PD0-| 2          19|-PB7 (USCK/SCL/SCK/PCINT7)
            (PCINT12/TXD) PD1-| 3          18|-PB6 (MISO/DO/PCINT6)
           (PCINT9/XTAL2) PA1-| 4          17|-PB5 (MOSI/DI/SDA/PCINT5)
      (PCINT8/CLKI/XTAL1) PA0-| 5          16|-PB4 (OC1B/PCINT4)
 (PCINT13/CKOUT/XCK/INT0) PD2-| 6          15|-PB3 (OC1A/PCINT3)
           (PCINT14/INT1) PD3-| 7          14|-PB2 (OC0A/PCINT2)
             (PCIBT15/T0) PD4-| 8          13|-PB1 (AIN1/PCINT1)
        (PCINT16/OC0B/T1) PD5-| 9          12|-PB0 (AIN0/PCINT0)
                          GND-|10          11|-PD6 (ICPI/PCINT17)
                            +--------------+
```

40.2.8. ATtiny43U

*

Tento obvod se od všech ostatních obvodů liší přítomností boost konvertoru. S jeho použitím může obvod pracovat při napětí baterie 0.7V.

Tabulka 40-9. Dostupnost ATmega8

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATtiny43U-SU	TME	2010-09-12	56.50 bez DPH	5

40.2.9. ATmega162 (XMEM)

Tento procesor je jedním z těch, které mají rozhraní XMEM pro připojení vnější paměti RAM. Procesor je dostupný taktéž v pouzdře PDIP. Dá se s ním tedy jednoduše experimentovat na nepájivém poli.

Řadič dále obsahuje 2 jednotky USART, rozhraní SPI, 4 čítače/časovače, 6 PWM, 8 AD kanálů, rozhraní XMEM.

Obvod nemá rozhraní I^2C!

Tabulka 40-10. Vektory přerušení ATmega162

#	addr	source	Interrupt Definition
1	0x000	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	0x002	INT0	
3	0x004	INT1	
4	0x006	INT2	
5	0x008	PCINT0	
6	0x00A	PCINT1	
26	0x032	EE_RDY	EEPROM Ready
27	0x034	ANA_COMP	Analog Comparator
28	0x036	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Tabulka 40-11. Registry

0x15	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0

0x18	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0

Obrázek 40-5. ATmega162 v pouzdře PDIP40

```
                         +-----+  +-----+
          (OC0/T0) PB0-|  1  |__|  40 |-Vcc
          (OC2/T1) PB1-|  2        39 |-PA0 (AD0/PCINT0)
       (RXD1/AIN0) PB2-|  3        38 |-PA1 (AD1/PCINT1)
       (TXD1/AIN1) PB3-|  4        37 |-PA2 (AD2/PCINT2)
        (!SS/OC3B) PB4-|  5        36 |-PA3 (AD3/PCINT3)
            (MOSI) PB5-|  6        35 |-PA4 (AD4/PCINT4)
            (MISO) PB6-|  7        34 |-PA5 (AD5/PCINT5)
             (SCK) PB7-|  8        33 |-PA6 (AD6/PCINT6)
                !RESET-|  9        32 |-PA7 (AD7/PCINT7)
            (RXD0) PD0-| 10        31 |-PE0 (ICP1/INT2)
            (TXD0) PD1-| 11        30 |-PE1 (ALE)
       (INT0/XCK1) PD2-| 12        29 |-PE2 (OC1B)
       (INT1/ICP3) PD3-| 13        28 |-PC7 (A15/TDI/PCINT15)
 (TOSC1/XCK0/OC3A) PD4-| 14        27 |-PC6 (A14/TDO/PCINT14)
      (OC1A/TOSC2) PD5-| 15        26 |-PC5 (A13/TMS/PCINT13)
             (!WR) PD6-| 16        25 |-PC4 (A12/TCK/PCINT12
             (!RD) PD7-| 17        24 |-PC3 (A11/PCINT11)
                 XTAL2-| 18        23 |-PC2 (A10/PCINT10)
                 XTAL1-| 19        22 |-PC1 (A9/PCINT9)
                   GND-| 20        21 |-PC0 (A8/PCINT8)
                         +--------------+
```

Tabulka 40-12. Dostupnost ATmega162

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATmega162-16PU	TME	2010-09-03	169.00 bez DPH	0

40.2.9.1. Periferie

40.2.9.1.1. Timer/Counter 0

8-mi bitový čítač časovač.

Tabulka 40-13. Registry čítače/časovače 0 procesoru ATmega162

TCCR0	Timer/Counter Control Register
TCNT0	Timer/Counter Register
OCR0	Output Compare Register
TIMSK	Timer/Counter Interrupt Mask Register

TIFR	Timer/Counter Interrupt Flag Register

```
      bit       7       6       5       4       3       2       1       0
            +-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
   TCCR0    | FOC0  | WGM00 | COM01 | COM00 | WGM01 | CS02  | CS01  | CS00  |
            +-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
   Read/Write   W      R/W     R/W     R/W     R/W     R/W     R/W     R/W
Initial Value   0      0      0      0      0      0      0      0
```

Tabulka 40-14.

CS02	**CS01**	**CS00**	**popis**
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped)
0	0	1	$clk_{I/O}$ (No prescaling)
0	1	0	$clk_{I/O}$/8
0	1	1	$clk_{I/O}$/64
1	0	0	$clk_{I/O}$/256
1	0	1	$clk_{I/O}$/1024
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

40.2.9.1.2. Serial Peripheral Interface (SPI)

```
void SPI_MasterInit(void) {
        /* Set MOSI and SCK output, all others input */
        DDR_SPI = (1<<DD_MOSI) | (1<<DD_SCK);
        /* Enable SPI, Master, set clock rate fck/16 */
 SPCR = (1<<SPE) | (1<<MSTR) | (1<<SPR0);
}

void SPI_MasterTransmit(char cData) {
        /* Start transmission */
        SPDR = cData;
        /* Wait for transmission complete */
        while (!(SPSR & (1<<SPIF))) ;
}
```

40.2.10. ATmega8

Odkazy:

- ATmega8A[47] na webu fy ATMEL
-
-

Co říká ATMEL o ATmega8A

8KB self-programming Flash Program Memory, 1KB SRAM, 512 Byte EEPROM, 6 or 8 Channel 10-bit A/D-converter. Up to 16 MIPS throughput at 16 Mhz. 2.7 - 5.5 Volt operation.

Fakta:

- velikost paměti programu Flash : 8KiB
- velikost pameti EEPROM: 512 B
- velikost pametí RAM: 1024 Byte
- Maximální počet I/O vývodů: 23
- Maximální taktovací kmitočet: 16MHz
- Napájecí napětí v rozsahu 2.7 až 5.5 V
- Dodávaný v pouzdrech: MLF(VQFN)32, PDIP28, TQFP32
-

Obrázek 40-6. ATmega8 v pouzdře PDIP28

```
                  +----+  +----+
      (RESET) PC6-| 1  +--+  28|-PC5 (ADC5/SCL)
        (RXD) PD0-| 2        27|-PC4 (ADC4/SDA)
        (TXT) PD1-| 3        26|-PC3 (ADC3)
       (INT0) PD2-| 4        25|-PC2 (ADC2)
       (INT1) PD3-| 5        24|-PC1 (ADC1)
     (XCK/T0) PD4-| 6        23|-PC0 (ADC0)
              VCC-| 7        22|-GND (?AGND)
              GND-| 8        21|-AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6-| 9        20|-AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7-|10        19|-PB5 (SCK)
         (T1) PD5-|11        18|-PB4 (MISO)
       (AIN0) PD6-|12        17|-PB3 (MOSI/OC2)
       (AIN1) PD7-|13        16|-PB2 (SS/OC1B)
       (ICP1) PB0-|14        15|-PB1 (OC1A)
                  +------------+
```

Mám na stole ATmega8-16PU, ale na webu ATMELu se vyskytuje již jend datasheet k ATmega8A. Ve vlastním archu jsem ještě našel datasheet pro ATmega8, ATmega8L. Oba datasheety se liší počtem stran. Starší pro ATmega8(L) má 308 stran a novější pro ATmega8A má 307 stran. Jediné rozdíly které jsem zatím objevil jsou v napájecím napětí a maximálním kmitočtu.

Tabulka 40-15.

MCU	Oparating Voltages	Clock
ATmega8L	2.7 — 5.5 V	0 - 8 MHz
ATmega8	4.5 - 5.5 V	0 - 16 MHz
ATmega8A	2.7 - 5.5 V	0 - 16 MHz

Tabulka 40-16. Popis funkce vývodů portu B

číslo	název	alternativní funkce
	PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2), TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)
	PB6	XTAL1 /Chip Clocl Oscillator pin 1 or Externa clock input), TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
	PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input
	PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
	PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input), OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
	PB2	!SS (SPI Bus master Slave select), OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output)
	PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output)
	PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)

Tabulka 40-17. Dostupnost ATmega8

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATmega8-16PU	TME	2010-09-03	125.00 bez DPH	6306
ATmega8A-PU	TME	2010-09-03	81.00 bez DPH	0
ATmega8L-8PU	TME	2010-09-03	99.90 bez DPH	2322

40.2.11. ATmega16/32/64

Tabulka 40-18. Dostupnost ATmega 16/32/64

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATmega16A-PU	TME	2010-09-12	99.90 bez DPH	231
ATmega32A-16PU	TME	2010-09-12	112.00 bez DPH	2690
ATmega32A-PU	TME	2010-09-12	131.00 bez DPH	0
ATmega32L-8PU	TME	2010-09-12	175.00 bez DPH	443

40.2.12. ATmega 48,88,168,328

*

Tabulka 40-19. Některé parametry mikropočítačů ATmega48 až 328

MCU	Flash	EEP-ROM	SRAM
ATmega48PA	4 KB	256 B	512 B
ATmega88PA	8 KB	512 B	1 KB
ATmega168PA	16 KB	512 B	1 KB
ATmega328P	32 KB	1024 B	2 KB

Obrázek 40-7. ATmega48,88,168,328 v pouzdře PDIP28

```
                     +----+  +----+
     (PCINT14/RESET) PC6-| 1  +--+  28|-PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
       (PCINT16/RXD) PD0-| 2        27|-PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
       (PCINT17/TXT) PD1-| 3        26|-PC3 (ADC3/PCINT11)
      (PCINT18/INT0) PD2-| 4        25|-PC2 (ADC2/PCINT10)
  (PCINT19/OC2B/INT1) PD3-| 5        24|-PC1 (ADC1/PCINT9)
     (PCINT20/XCK/T0) PD4-| 6        23|-PC0 (ADC0/PCINT8)
                     Vcc-| 7        22|-GND (?AGND)
                     GND-| 8        21|-AREF
 (PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6-| 9        20|-AVcc
 (PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7-|10        19|-PB5 (SCK/PCINT5)
    (PCINT21/OC0B/T1) PD5-|11        18|-PB4 (MISO/PCINT4)
  (PCINT22/OC0A/AIN0) PD6-|12        17|-PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
      (PCINT23/AIN1) PD7-|13        16|-PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
   (PCINT0/CLKO/ICP1) PB0-|14        15|-PB1 (OC1A/PCINT1)
                     +------------+
```

Tabulka 40-20. I/O registry

adresa	číslo	název	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x1E		R30	General Purpose Register R30							
0x1F		R31	General Purpose Register R31							
0x20	0x00	*Reserved*								
0x21	0x01	*Reserved*								
0x22	0x02	*Reserved*								
0x23	0x03	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0
0x24	0x04	DDRB	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0

adresa	číslo	název	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0x25	0x05	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0
0x26	0x06	PINC		PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0
0x27	0x07	DDRC		DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0
0x28	0x08	PORTC		PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0
0x29	0x09	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0
0x2A	0x0A	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0
0x2B	0x0B	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0
0x2C	0x0C	*Reserved*								
0x2D	0x0D	*Reserved*								
0x2E	0x0E	*Reserved*								
0x2F	0x0F	*Reserved*								
0x30	0x10	*Reserved*								
0x31	0x11	*Reserved*								
0x32	0x12	*Reserved*								
0x33	0x13	*Reserved*								
0x34	0x14	*Reserved*								
0x35	0x15	TIFR0						OCF0B	OCF0A	TOV0
0x36	0x16	TIFR1			ICF1			OCF1B	OCF1A	TOV1
0x37	0x17	TIFR2						OCF2B	OCF2A	TOV2
0x38	0x18	*Reserved*								
0x39	0x19	*Reserved*								
0x3A	0x1A	*Reserved*								
0x3B	0x1B	PCIFR						PCIF2	PCIF1	PCIF0
0x3C	0x1C	EIFR							INTF1	INTF0
0x3D	0x1D	EIMSK							INT1	INT0
0x3E	0x1E	GPIOR0	General Purpose I/O Register 0							
0x3F	0x1F	EECR			EEPM1	EEPM0	EERIE	EEMPE	EEPE	EERE
0x40	0x20	EEDR	EEPROM Data Register							

** I/O Registry na adresách 0x20-0xFF jsou podle tabulky Register Summary z dokumentu ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P 8271C-AVR-08/10 strana 532-535*

Tabulka 40-21. Dostupnost ATmega 48/88/169/328 P

typ	obchod/prodejce	datum	cena	na skladě
ATmega328P-PU	Farnell	2011-03-31	130.56, 83.63 (10ks)	1848
ATmega328P-AU	GME	2010-09-15	91.00 s DPH	0
ATmega168-20PU	TME	2010-09-03	99.90 bez DPH	504
ATmega168P-20PU	TME	2010-09-03	112.00 bez DPH	10
ATmega168PA-PU	TME	2010-09-03	99.90 bez DPH	0
ATmega328P-PU	TME	2010-09-03	188.00 bez DPH	0
ATmega88-20PU	TME	2010-09-03	106.00 bez DPH	0
ATmega88PA-PU	TME	2010-09-03	87.30 bez DPH	110
ATmega48-20PU	TME	2010-09-03	62.80 bez DPH	294

40.2.12.1. 8-bit Čítač/Casovač2 s PWM a asynchronním fungováním

* *8-bit Timer/Counter2 with PWM and Asynchronous Operation*

* *Tuto část by bylo vhodné přesunout někam mezi popis hardwarových jendotek protože by měla být společná více procesorům.*

Vlastnosti Timer2:

- Jednokanálový čítač (pochopit, vysvětlit)
- Čitač může být načten při shodě porovnání (*Auto Reload*)
- *Glitch-free* PWM
- 10-bitový předřadný dělič (*Prescaler*)
- Přetečení (*Overflow*) a shoda porovnání (*Compare Match*) mohou vyvolávat přerušení TOV2, OCF2A a OCF2B
- Může používat externí 32kHz hodinkový krystal nezávislý na I/O hodinovém signálu

* *Výše uvedené vlastnosit jsou jen přepisem z datasheetu.*

Samotný čítač je 8-mi bitový a jeho aktuální hodnota je přístupná jako registr TCNT2. Tato hodnota je porovnávána s hodnotami v registrech OCR2A a OCR2B. Okamžik kdy je hodnota čítače stejná jako hodnota v porovnávacím registru generuje signál OC2A, OC2B který může být vyveden na výtupní pin mikrořadiče, použit k tvorbě PWM, nebo vyvolat přerušení.

Vstupním signálem který čítač čítá může být signál T2 z nožičky mikrořadiče, nebo výstup předřadné deličky. Správným nastavením zdroje děličky a dělicího poměru získáme vstupní signál o požadovaném kmitočtu.

Popis registrů

TCCR2A

Obrázek 40-8. TCCR2A — Timer/Counter Control register A

TCCR2A -- Timer/Counter Control Register A

	7	6	5	4	3	2	1	0
(0xB0)	COM2A1	COM2A0	COM2B1	COM2B0	-	-	WGM21	WGM20
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0

- Bity 7:6 — COM2A1:0: Compare Match Output A Mode.

  Tyto bity ovládají chování Output Compare pinu (OC2A).

  Tabulka 40-22. Compare Output Mode, non-PWM Mode

COM2A1	COM2A0	popis
0	0	normální funkce portu, OC0A odpojeno
0	1	změn OC2A při shodě srovnání *Compare Match*
1	0	smaž (*Clear*) OC2A při shodě srovnání
1	1	nastave (*Set*) OC2A při shodě srovnání

  Tabulka 40-23. Compare Output Mode, Fast PWM Mode

COM2A1	COM2A0	popis
0	0	normální funkce portu, OC0A odpojeno
0	1	WGM22=0: normální funkce portu, OC0A odpojeno. WGM22=1: změn (*Toggle*) OC2A při shodě srovnání *Compare Match*
1	0	smaž (*Clear*) OC2A při shodě srovnání
1	1	nastave (*Set*) OC2A při shodě srovnání

  Tabulka 40-24. Compare Output Mode, Phase Correct PWM Mode

COM2A1	COM2A0	popis
0	0	normální funkce portu, OC2A odpojeno
0	1	WGM22=0: normální funkce portu, OC2A odpojeno. WGM22=1: změn (*Toggle*) OC2A při shodě srovnání *Compare Match*
1	0	smaž (*Clear*) OC2A při shodě srovnání
1	1	nastave (*Set*) OC2A při shodě srovnání

- Bity 5:4 — COM2B1:0: Compare Match Output B Mode

  Stejné možnosti jako při nastavování COM2A1:0.

Následující tabulka popisuje jednotlívé mody čítače podle nastavení bitů WGM1 a WGM0 v registru TCCR2A a bitu WGM2 v registru TCCR2B.

Tabulka 40-25. Waveform Generation Mode Bit Description

mód	WGM2	WGM1	WGM0	operace	TOP	update of OCRx at	TOV Flag Set on
0	0	0	0	Normal	0xFF	ihned	0xFF
1	0	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	0x00
2	0	1	0	CTC	OCRA	ihned	0xFF

Následují podrobnější popisy jednotlivých módů čítače.

Normal Mode

Nejjednodušší mód fungování (WGM22:0 = 0). V tomto módu se čítá jen nahoru (up, incrementing), a čítač není nikdy nulován. Při překročení maximální hodnoty 0xFF přirozeně přejde na 0x00.

Clear Timer on Compare Match (CTC) Mode

V režimu vymazání čítače při shodě s OCR2A registrem (WGM22:0 = 2), určuje registr OCR2A rozlišení čítače. V tomto módu je nastaven čítač na 0, dosáhne li TCNT2 hodnoty v registru OCR2A. OCR2A tedy definuje horní hodnotu čítače. Hodnota čítače TCNT2 se tedy pohhybuje v rozsahu od 0 do OCR2A v četně.

V tomto módu může být povoleno a generováno přerušení TOV1, ...

TCCR2B

Druhý ze dvojce registrů ovládajících chování čítače/časovače Timer2.

Obrázek 40-9. TCCR2B — Timer/Counter Control register B

TCCR2B -- Timer/Counter Control Register B

	7	6	5	4	3	2	1	0
(0xB1)	FOC2A	FOC2B	-	-	WGM22	CS22	CS21	CS20
Read/Write	W	W	R	R	R	R/W	R/W	R/W
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0

TCNT2

TCNT2

OCR2A

OCR2B

TIMSK2

TIFR2

ASSR

Obrázek 40-10. ASSR — Asynchronous Status Register

ASSR - Asynchronous Status Register

(0xB6)	- 7	EXCLK 6	AS2 5	TCN2UB 4	OCR2AUB 3	OCR2BUB 2	TCR2AUB 1	TCR2BUB 0
Read/Write	R 7	R/W 6	R 5	R 4	R 3	R 2	R 1	R 0
Initial Value	0 7	0 6	0 5	0 4	0 3	0 2	0 1	0 0

Bit 7 — rezervován pro budoucí použití

Tento bit má při čtení vždy hodnotu 0.

Bit 6 — EXCLK: Enable External Clock Input
Povolení externího hodinového signálu

Je-li tento bit nastaven na 1, je vybrán asynchronní externí hodinový signál. Tento signál musí být přiveden na pin TOSC1 obvodu. Je-li tento bit nastaven na 0, pak je nastartován vnitřní krystalový oscilátor 32kHz a tento je použit jako hodinový signál.

Varování

Vnitřní krystalový oscilátor 32kHz beží jen, je-li tento bit 0. V obvodech ATmega328P je tento oscilátor velmi nepřesný. Pokud chcete více, nahlédněte do poslední revize datasheetu.

Bit 5 — AS2: Asynchronous Timer/Counter2
Asynchroní čítač/časovač 2

Je-li tento bit 0, Čítač čítá z vnitřního signálu $clk_{I/O}$. Je-li tento bit 1, čítač čítá z krystalového oscilátoru připojeného na vývod TOSC1. Při změně hodnoty bitu AS2 může být poškozen obsah registrů TCNT2, OCR2A, OCR2B, TCCR2A a TCCR2B.

AS2 bit vybírá, jestli je do desetibitové předděličky jako signál clk_{T2S} pouštěn $clk_{I/O}$ (AS2=0) nebo TOSC1 (AS2=1).

Bit 4 — TCN2UB: Timer/Counter2 Update Busy

Bit 3 — OCR2AUB: Output Compare Register2 Update Busy

Bit 2 — OCR2BUB: Output Compare Register2 Update Busy

Bit 1 — TCR2AUB: Timer/Counter Control Register 2 Update Busy

Bit 0 — TCR2BUB: Timer/Counter Control Register 2 Update Busy

GTCCR — General Timer/Counter Control Register

40.2.13. ATmega 164/324/644/1284 P/PA

Odkazy:

- Datasheet 8272A-AVR-01-10[48] z ledna 2010
-
-
-

Tato skupina procesorů má velkou výbavu periferiemi a je k dispozici v 40 vývodovém pouzdře PDIP a taktéž v 44 vývodových pouzdrech pro povrchovou montáž.

Fakta:

- Pouzdra: PDIP40, TQFP-44, VQFN/QFN/MLF-44, DRQFN-44, VFBGA-49
- Pracovní napětí od 1,8 do 5,5 V
- Maximální kmitočet se liší podle velikosti napájecího napětí.

0 - 4	1.8 - 5.5
0 - 10	2.7 - 5.5
0 - 20	4.5 - 5.5

-
-
-
-
-
-

Obrázek 40-11. ATmega 164/324/644/1284 P/PA v pouzdře PDIP40W

```
                     +-----+  +-----+
(PCINT8/XCK0/T0) PB0-| 1   +--+   40|-PA0 (ADC0/PCINT0)
```

```
   (PCINT9/CLKO/T1) PB1-| 2          39|-PA1 (ADC1/PCINT1)
(PCINT10/INT2/AIN0) PB2-| 3          38|-PA2 (ADC2/PCINT2)
(PCINT11/OC0A/AIN1) PB3-| 4          37|-PA3 (ADC3/PCINT3)
 (PCINT12/OC0B/!SS) PB4-| 5          36|-PA4 (ADC4/PCINT4)
     (PCINT13/MOSI) PB5-| 6          35|-PA5 (ADC5/PCINT5)
     (PCINT14/MISO) PB6-| 7          34|-PA6 (ADC6/PCINT6)
      (PCINT15/SCK) PB7-| 8          33|-PA7 (ADC7/PCINT7)
                 !RESET-| 9          32|-AREF
                    Vcc-|10          31|-GND
                    GND-|11          30|-AVcc
                  XTAL2-|12          29|-PC7 (TOSC2/PCINT23)
                  XTAL1-|13          28|-PC6 (TOSC1/PCINT22)
     (PCINT24/RXD0) PD0-|14          27|-PC5 (TDI/PCINT21)
     (PCINT25/TXD0) PD1-|15          26|-PC4 (TDO/PCINT20)
(PCINT26/RXD1/INT0) PD2-|16          25|-PC3 (TMS/PCINT19)
(PCINT27/TXD1/INT1) PD3-|17          24|-PC2 (TCK/PCINT18)
(PCINT28/XCK1/OC1B) PD4-|18          23|-PC1 (SDA/PCINT17)
     (PCINT29/OC1A) PD5-|19          22|-PC0 (SCL/PCINT16)
 (PCINT30/OC2B/ICP) PD6-|20          21|-PD7 (OC2A/PCINT31)
                        +--------------+
```

Tabulka 40-26. Dostupnost ATmega 164/324/644/1284 P/PA

typ	obchod/prodejce	datum	cena
ATmega1284P-PU	Farnell	2010-11-15	225.17 bez DPH
ATmega644P-20PU	TME	2010-09-03	188.00 bez DPH
ATmega644PA-20PU	TME	2010-09-03	194.00 bez DPH
ATmega644P-20PU	TME	2010-02-10	154.09 bez DPH
ATmega644P-20AU	TME	2010-02-04	179.88 bez DPH
ATmega644-20AU	TME	2010-02-04	160.54 bez DPH

40.3. Programování AVR
Aneb jak tam dostat program

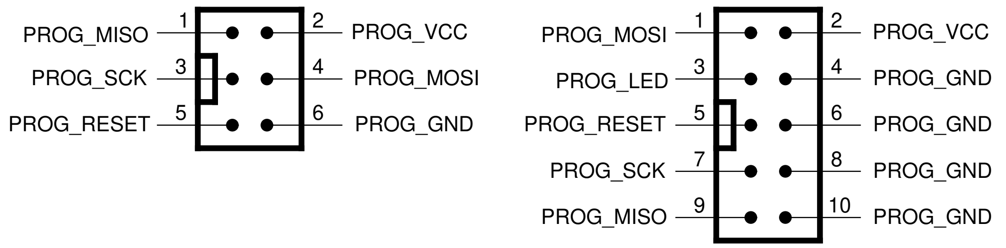
* ***Attributy:*** *id="avr.programming"*

Odkazy:

- ISP Header - 6-way IDC - Atmel SPI pin-out[49]
- ISP Header - 10-way IDC - Atmel SPI pin-out[50]

Když už máme program pro AVR napsán a přeložen, potřebujeme ho do toho malého brouka nahrát. A tady stojíme před otázkou jak. Buď to si opatříme hotový programátor pro obvody AVR, nebo si jej postavíme. Konstrukcé je celá řada. Já začnu těmi nejjednoduššími. Ale nejdříve si ukážeme jak vypadá ISP (*In System Programming*) konektor.

Obrázek 40-12. Programovací konektory pro procesory AVR



Bežně se objevují tři druhy konektorů, lišící se provedním a počtem pinů. První dva jsou IDC konektory (hřebínky) s dvěma řadami nožiček. Jeden má celkem 6 vývodů a druhý 10. Třetím konektorem je hřebínek s šesti nožičkami v jedné řadě.

Programy:

- AVRDUDE[51]
-

40.3.1. Jednoduchý programátor na paralelní port

Odkazy:

- Atmel AVR ATmega16 / ATmega32 Programmer - Cheap Parallel Port Programmer[52]
- Parallel Port Programmer[53]
- Jednočipy pod Linuxem - I[54]
- ATmega16/32 Programmer[55] — od Kartik Mohta
- AVR - ATmega8 #1[56]
- First contact with ATmega8 microcontroller - part 2[57]
- AVR 4: Arduino - nahrani bootloaderu[58]
-
-

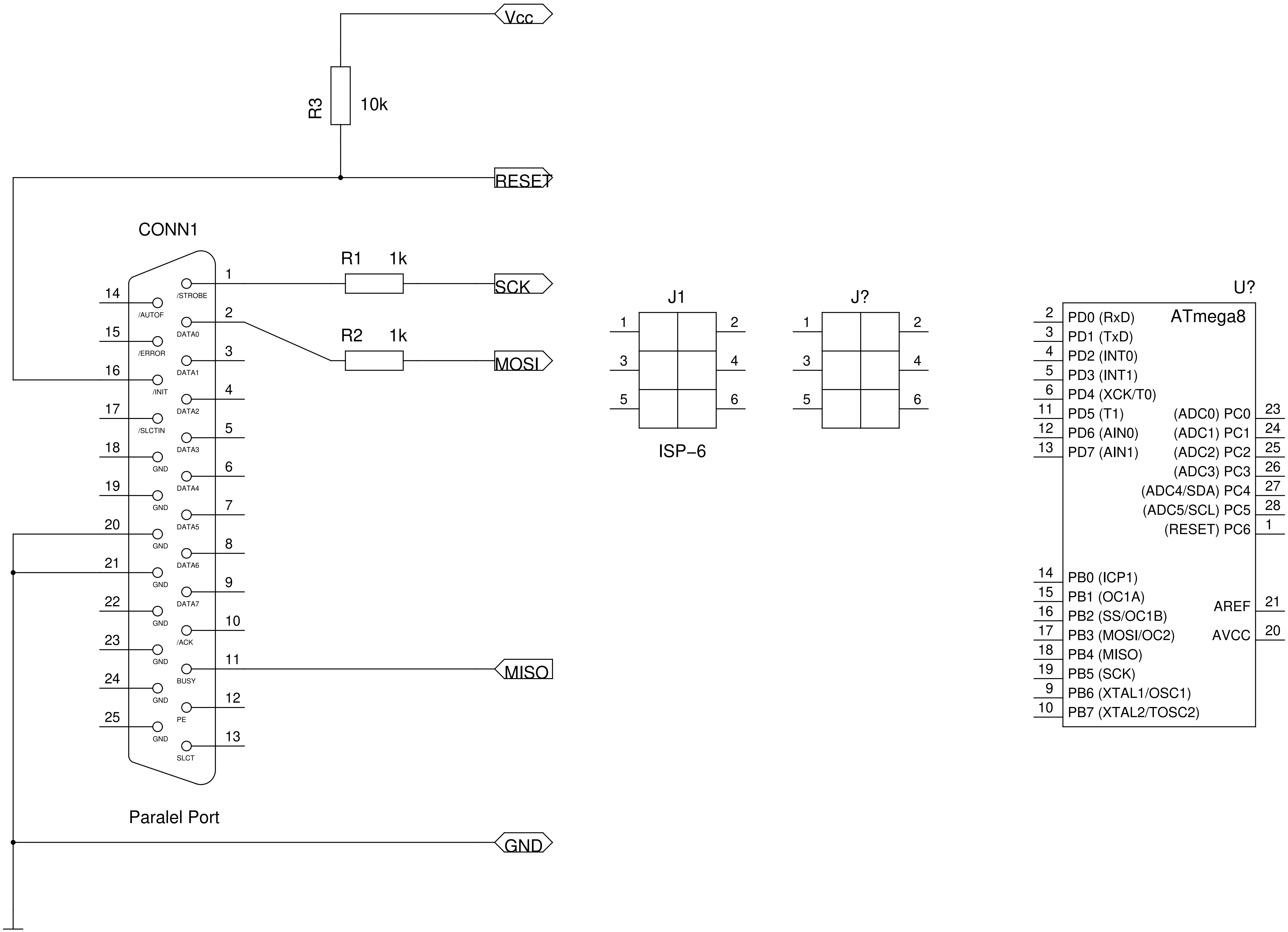
Tento programátor patří mezi nejjednodušší které jsem viděl. Stačí nam jen konektor na paralelní port, několik odporů a drátky. Je tak jednoduchý, že jsem se rozhodl začít s ním. Ano, paralelní porty, sériové porty a další standardní rozhraní postupně z notebooků mizí a protože můj hlavní počítač je jiš mnoho let notebook, neodzkouším paralení programátor na něm. Ale nějaký starší počítač s paralelním portem doma mám, takže hurů na něj.

Popis zapojení

- pin 1 (Strobe) paralelního konektoru připojíme přes odpor 1kΩ na pin SCK procesoru
- pin 2 (D0) paralelního konektoru připojíme přes odpor 1kΩ na pin MOSI procesoru
- pin 11 (Busy) paralelního konektoru připojíme přes odpor nebo bez něj na pin MISO procesoru
- pin 16 (Init) paralelního konektoru připojíme na vývod RESET procesoru
- pin 18 (GND) paralelního portu připojíme na GND procesoru.
- piny 20 a 21 spojíme a připojíme na zem procesoru (GND).
-

Hodnoty odborů se v zapojeních která jsem našel liší. Sahají od zhruba 1kΩ až přímému propojení bez odporů.

Obrázek 40-13. ISP programátor pro AVR na paralelní port



40.3.2. Programátor na paralelní port s IO

Odkazy:

- LancOS PC paralel port programmer[59]
- AVR - ATmega8 #1[60]
-

40.3.3. Jednoduchý programátor na sériový port

Odkazy:

- 3 Socket DASA/Serial AVR Programmer In A Box![61]
- Part III - Making Programmer and Target.[62]
- DASA programátor OLIMEX[63]
- AVR In-Circuit Serial Programmer[64] konstrukce která mne zaujala svou miniaturizací bez použití SMD součástek.

Po hledání na internetu, jsem se rozhodl založit svou konstrukci jednoduchého DASA programátoru pro AVR MCU na schématu uvedeném v AVR In-Circuit Serial Programmer[65] (původně OLIMEX[66]). Rovněž mne přímo uchvátilo zabudování tohoto porgramátoru přímo do sériového konektoru. Rozhodl jsem se ale použít trochu odlišnou montáž. Plošný PCB chci instalovat nikoliv kolmo ale na ležato a zasunout jej mezi vývody DB9 konektoru. Spodní stranu PCB s měděnými kontakty připájet k pěti vývodům 1 až 5 konektoru. Deska bude mít nepravidelný tvar. Zatím nevím, jestli se mi takovou konstrukci podaří realizovat.

40.3.4. Programátory na USB port

Odkazy:

- **Software USB:**
  - USBasp - USB programmer for Atmel AVR controllers[67]
  - Building and installing USBASP-USB programmer of AVR microcontrollers[68]
  - One click project with USBasp programmer[69]
  -
  -
  -
- **S USB-Serial převodníkem, nebo hardwarovým řešením USB:**
  - AvrUsb500v2 -- an open source Atmel AVR Programmer, stk500 V2 compatible, with USB interface[70]
  - ISPProgrammingAnAVRopendous [71]
  -

Velmi zvláštní programátor HUB ISP - Solving the USB-Only "Chicken or Egg" Problem[72], je sestaven jen z čtyřportového USB HUBu, obvodu 74HC00, čtyř odporů dvou kondenzátorů a dvou LED diod.

Z českých konstrukcí bych uvedl UsbProg[73].

Diskuse[74] na ABC Linuxu o programátorech AVR.

AVR Programátor USB[75]

40.3.5. avrdude

Instalace nové verze ze zdrojů. Zdrojové kódy nahrajeme do adresáře `/usr/local/download`.

```
# cd /usr/local/src
# tar xzvf ../download/avrdude-5.10.tar.gz
# cd avrdude-5.10
```

V rozbalených zdrojích si můžeme přečíst `README`, `NEWS` a `INSTALL`. Pak přistoupíme k překladu.

```
# ./configure
# make
# make install
make[1]: Entering directory `/usr/local/src/avrdude-5.10'
make[2]: Entering directory `/usr/local/src/avrdude-5.10'
test -z "/usr/local/bin" || /bin/mkdir -p "/usr/local/bin"
  /usr/bin/install -c 'avrdude' '/usr/local/bin/avrdude'
Backing up avrdude.conf in /usr/local/etc
test -z "/usr/local/etc" || /bin/mkdir -p "/usr/local/etc"
 /usr/bin/install -c -m 644 'avrdude.conf' '/usr/local/etc/avrdude.conf'
test -z "/usr/local/share/man/man1" || /bin/mkdir -p "/usr/local/share/man/man1"
 /usr/bin/install -c -m 644 './avrdude.1' '/usr/local/share/man/man1/avrdude.1'
make[2]: Leaving directory `/usr/local/src/avrdude-5.10'
make[1]: Leaving directory `/usr/local/src/avrdude-5.10'
```

40.4. Nástroje a prostředí pro vývoj programů

Odkazy:

- AVR a Linux[76]
- AvrMon - an interactive debugging aid[77]
- The AVR Assembler Site[78]
- Home of Toms Linux AVR Assembler[79] — poslední verze 1.22 je z ledna 2005
- Beginners Programming in AVR Assembler[80]

Tutoriály o programování:

- A Brief Tutorial on Programming the AVR without Arduino[81]
- AVR 8-bit Microcontrollers[82]
- A simple project[83]

K dispozici je řada nástrojů. Já zde zmíním jen ty se kterými mám zkušenosti, nebo o kterých vím. V první řadě jsou to assemblery. Považuji znalost assembleru za docela základní. Chci mít přehled o tom, co se vlastně na úrovni strojového kódu v procesoru děje a assembler proto považuji za jeden ze základních prostředků.

40.4.1. Assembler

40.4.1.1. avra

Odkazy:

- avra[84] on SourceForge
- AVRA[85] — advanced macro assembler for Atmel AVR family

40.4.1.1.1. Překlad a instalace avra 1.2.3a

*

avra je kvalitní assember kompatibilní s AVRASM1. Je již trochu starší a chybí v něm definice novějších procesorů. Ale i to je řešitelné. Pokud nepoužijeme direktivu `.device` musíme se sami ohlídat v používaných prostředích, paměti, instrukcích. Dalším problémem jsou inc soubory s definicemi pro jednotlivé procesory. Tyto jsou v novějších verzích vývojového prostředí pro AVR procesory pouze pro AVRASM2. V první chvíli jsem přišel s jednoduchým řešením které prověří čas a složitější programy. Inc soubory jsem zbavil všech # direktiv. Můžeme je například protlačit filtrem podle následující ukázky.

```
$ grep -v ^# orig/tn461def.inc >tn461def.inc
```

Jak jsem zmínil, avra ve verzi 1.2.3.1 nezná v direktivě `.device` novější procesory, jako je například výše uvedený ATtiny461. Můžeme si pomoci několika způsoby. Můžeme odstranit direktivy `.device` pro procesory s nimiž má avra problém. Můžeme požít podobné procesory. Například pro zmíněný ATtiny461 by připadal v úvahu ATtiny45. Druhou možností je použít novější verzi avra. Já jsem pro vlastní potřebu zasáhl do zdrojových kódů a v dobré víře dle svých nejlepších znalostí provedl úpravy. Tyto jsou k disopzici ke stažení například na Download[86]

* *FIXME: Doplnit url a dát do něj zdroje/patch.*

Jak jsem říkal, čas ukáže, jak mnoho budu lámat avru než zkusím jiný nástroj.

Postup překladu avra ze zdrojů. Stáhneme si zdroje a umístníme do adresáře `/usr/local/download` nebo jiného. Zdroje rozbalíme.

```
# cd /usr/local/src
        # tar xjvf /usr/local/download/avra-1.2.3a-src.tar.bz2
```

Na mém systému, kde jsem překládal řadu programů mám všechny potřebné nastroje nainstlovány. Takže v tuhle chvíli nevím které všechny to jsou. Určite to budou programy/balíčky jako autoconf, automake samozřejmě gcc

```
# cd avra-1.2.3
# ./automake-compile
```

Toť vše. Tedy překladač máme a podáváme li se blíže do výpisu uvidíme že se nainstaloval jako `/usr/local/bin/avra`.

40.4.1.1.2. Překlad a instalace avra 1.3.0

Stáhneme si z sourceforge verzi 1.3.0. Tu rozbalíme do adresáře. Projdeme rozbalené soubory a přepneme se do adresáře `src`. Nakopírujeme si správný `makefile` a přeložíme.

```
$ cp makefiles/Makefile.linux Makefile
$ make
$ cp avra ~/bin/
```

40.4.1.2. gavrasm

Odkazy:

- gavrasm[87]
-
-

40.4.2. Ada

Odkazy:

- AVR-Ada[88] na SOURCEFORGE.NET
- AdaCore[89] The GNAT Pro Company

40.4.2.1. Poznámky k překladu překladače

Pro první pokus jsem použil build script podle Building and Installing an Ada Cross Compiler using the Build Script[90]. Tento skript se například nachází v balíčku avr-ada-1.0.3.tar.bz2 na SourceForge.NET[91]. Balíček je datovaný 2009-02-15 15:00. Skript se nachází v adresáři tools/builds/build-avr-ada-gcc-4.3.x.sh. Ten jsem si zkopírovan do adresáře ~/work/ada-avr který jsem pro účel překladu vytvořil. V souboru jsem pak provedl pár úprav viz následující diff.

```
$ diff -u build-avr-ada-gcc-4.3.x.sh.orig build-avr-ada-gcc-4.3.x.sh
--- build-avr-ada-gcc-4.3.x.sh.orig     2009-05-20 12:27:37.857108587 +0200
+++ build-avr-ada-gcc-4.3.x.sh  2009-05-28 14:13:42.269296012 +0200
@@ -67,7 +67,7 @@

 OS=`uname -s`
 if test $OS = "Linux" ; then
-    PREFIX="/opt/avr"
+    PREFIX="${HOME}/lib/avr"
 else
     PREFIX="/mingw/avr"
 fi
@@ -82,7 +82,7 @@
 VER_MPFR=2.4.0
 VER_GMP=4.2.4
 VER_LIBC=1.6.2
-VER_AVRADA=1.0.2
+VER_AVRADA=1.0.3

 FILE_BINUTILS="binutils-$VER_BINUTILS"
 FILE_GCC="gcc-$VER_GCC"
```

Při háváriiích překladu jsem podle chyby v deníku odhadl balíček který mi v systému chybí a doinstaloval. Bohužel jsem si nepoznamenal které balíčky to byly. Z deníku /var/log/aptitude vyjímám jména balíčků které jsem ten den instaloval a měly by s překladem souviset.

Přiinstalované balíčky

- `gnat-4.3`
- `binutils-source`
- `flex`
- `autoconf`

- `bison`
- `libmpfr-dev`

Poznámka: Instaloval jsem na Debian 5.0 Lenny.

40.4.3. C

Odkazy:

- C Programming and the ATmega16 Microcontroller.[92]
-
-
-

Sériové rozhraní:

- http://www.captain.at/electronic-atmega16-serial-port.php
-
-

Odkazy:

- AVR Atmega Microcontroller Tutorial 4 Blink LED(Tishitu Electronics)[93] na YouTube
-

40.4.3.1. gcc-avr

V Debian 5.0 Lenny, stejně jako v předchozí verzi je balíček `gcc-avr`. Balíček starší verze Debian Etch jen nepozná nkteré novjší MCU (například ATtiny25).

```
# aptitude install gcc-avr avr-libc
```

K dispozici máme rovněž balíčky:

- `gdb-avr` — s ladicím programem
- `simulavr` — simulátor

Odkazy:

- A simple project[94]
- Programming the AVR Microcontroller with GCC[95]
- Programming the AVR microcontroller with GCC, libc 1.0.4[96]
- Tuxgraphics AVR C-programming tutorial[97]
- Electrons :: Articles :: AVR :: AVR-GCC Programming Guide[98] — Learn how to code for these nifty microcontrollers using the excellent AVR-GCC.
- Atmega series of AVR microcontrollers [99]
-
-

40.4.3.2. Tutoriál

* *Krátké čtení o tom jak obsloužit různé části procesoru a různé periferie v jazyce C či assembleru a další potřebné znalosti.*

* *http://www.joshknows.com/avr*

Tabulka 40-27. Přesné bitové šířky jednotlivých typů

Width	Signednes	Typedef	Const Cast
8	signed	int8_t	INT8_C
8	unsigned	uint8_t	UINT8_C
16	signed	int16_t	INT16_C
16	unsigned	uint16_t	UINT16_C
32	signed	int32_t	INT32_C
32	unsigned	uint32_t	UINT32_C
64	signed	int64_t	INT64_C
64	unsigned	uint64_t	UINT64_C

* *http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__avr__fuse.html*

```
#include <avr/io.h>

FUSES =
{
 .low = LFUSE_DEFAULT,
        .high = (FUSE_BOOTSZ0 & FUSE_BOOTSZ1 & FUSE_EESAVE & FUSE_SPIEN & FUSE_JTAGEN),
        .extended = EFUSE_DEFAULT,
};
```

40.4.3.2.1. Vstupně výstupní a jiné porty

```
/* Data Direction Register for port C */
DDRC |= _BV(PC5) | _BV(PC4) | _BV(PC3);

PORTC = 0;

PORTC |= _BV(PC3);  /* Set pin PC3 to 1 */
PORTC &= _BV(PC4);  /* Set pin PC4 to 0 */
```

40.4.3.2.2. Obsluha přerušení

Odkazy:

- Introduction to avr-libc's interrupt handling[100]
-

Funkce pro obsluhu přerušení se deklaruje makrem ISR. Parametrem tohoto makra je vektor přerušení které chceme obsluhovat.

```
#include <avr/interrupt.h>

ISR(ADC_vect) {
    // kód obsluhy přerušení
```

```
}
```

Tabulka 40-28. Vektory přerušení

název vektoru	popis
ADC_vect	Byla dokončena digitalizace analogové hodnoty.
ANALOG_COMP_0_vect	
ANALOG_COMP_1_vect	
ANALOG_COMP_1_vect	
ANALOG_COMP_vect	
ANA_COMP_vect	
CANIT_vect	
EEPROM_READY_vect	
EE_RDY_vect	

40.4.4. Forth

Odkazy:
- Mailová skupina avrForth[101] na Yahoo, několik let bez aktivity

Ruzné implementace Forthu a jazyků z Forthu vycházejících.

40.4.4.1. TinyBoot

Odkazy:
- Tiny Open Firmware[102] — doména tinyboot.com již neexistuje

40.4.4.2. amforth

Odkazy:
- amforth[103] na SourceForge
- Amforth - ATMega FORTH[104] na μelectronics info [2008-12-06]
- amforth[105]

```
amforth 4.1 ATmega328P Forthduino
> 4 5 6 swap .s
0 2217 5
1 2219 6
2 2221 4
> : hello-kitty ." Hello kitty." cr ;
 ok
> hello-kitty
Hello kitty.
 ok
```

40.4.4.3. avrforth

Odkazy:

- domovská stránka avrforth[106]
-
-

Tato timplementace forthu je vlastně takovy bezbarvý colorForth[107]. Přebírá z něj řadu prvků a implementuje v nebarevném prostředí alfanumerického terminálu.

Projekt je dále zajímavý tím, že celý avrforth je napsán ve forthu a překlad, tedy vytvoření binárního obrazu pro daný procesor se provádí s pomocí gforth[108]u.

40.4.4.4. PFAVR

Odkazy:

- PFAVR -- An ANS Forth Implementation for the Atmel AVR[109]
-
-

PFAVR je 16-ti bitová implementace Forthu pro procesory/mikrořadiče ATMEL AVR. Potřebuje 13K slov FLASH a 32K bajtů RAM.

40.4.5. Occam-π

Odkazy:

- concurrency.cc[110] Parallel programming for tiny computers
- Fascinating concurrency[111] na Jee Labs

40.4.6. side4linux

- side4linux[112]

40.4.7. Grafická IDE

Odkazy:

- KontrollerLab IDE development software for AVR under Linux[113]
- avrLab[114] [2003-01-02]
-
-
-

40.4.8. Simulátory a analyzátory

Odkazy:

- simavr[115]
- Avrora[116] The AVR Simulation and Analysis Framework
-

40.5. Instrukční sada

Přehled instrukcí a popis vybraných instrukcí. Tento přehled je velmi neúplný a obsahuje jen instrukce které jsem z nějakého důvodu potřeboval blíže popsat. Pokud chcete úplný popis všech instrukcí, najdete jej na webu Atmelu.

Tento přehled instrukcí není rozhodně kompletní ani se jím nesnaží být. Popisuji zde opravdu jen některé instrukce.

Při úvahách jak mám instrukce popsat jsem zůstal u toho, že první popis instrukce je v angličtině. Je tak přímo vidět proč se instrukce jmenuje jak se jmenuje, protože její název je skratka z anglické věty která ji popisuje. Dále pak popisuji instrukci česky. Bohuže v DocBook který používám, nelze k jedné instrukci mít dva popisky. Odpadá tak možnost použít současně původní anglický popis a hned veldle něj český popis.

* *colname="name" colwidth="0.8in", colname="mnemo" colwidth="0.8in", colname="bin" colwidth="1.7in", colname="hex" colwidth="0.4in", colname="desc" colwidth="*"*

Tabulka 40-29. Operační kódy instrukcí AVR řazené podle operačního kódu

instrukce	mnemo	strojový kód		popis
		bin	hex	
and	`AND Rd,Rr`	`0010 00rd dddd rrrr`	`2000`	Logical AND
sbr	`SBR Rd,K`	`0110 KKKK dddd KKKK`	`6000`	Set Bits in Register
andi	`ANDI Rd,K`	`0111 KKKK dddd KKKK`	`7000`	Logical AND with Immediate
lds	`LDS Rd,k`	`1001 000d dddd 0000 kkkk kkkk kkkk kkkk`	`90000000`	Load Direct from Data Space
lpm	`LPM Rd,Z`	`1001 000d dddd 0100`	`9004`	Load Program Memory
lpm	`LPM Rd,Z+`	`1001 000d dddd 0101`	`9005`	Load Program Memory
break	`BREAK`	`1001 0101 1001 1000`	`9598`	Break
lpm	`LPM`	`1001 0101 1100 1000`	`95c8`	Load Program Memory
adiw	`ADIW Rd+1:Rd,K`	`1001 0110 KKdd KKKK`	`9600`	Add Immediate to Word
cbi	`CBI A,b`	`1001 1000 AAAA Abbb`	`9800`	Clear Bit in I/O Register

instrukce	mnemo	strojový kód		popis
		bin	hex	
sbic	`SBIC A,b`	`1001 1001 AAAA Abbb`	`9900`	Skip if Bit in I/O Register Cleared
sbi	`SBI A,b`	`1001 1010 AAAA Abbb`	`9a00`	Set Bit in I/O Register
sbis	`SBIS A,b`	`1001 1011 AAAA Abbb`	`9b00`	Skip if Bit in I/O Register is Set
lds	`LDS Rd,k`	`1010 0kkk dddd kkkk`	`a000`	Load Direct from Data Space
bst	`BST Rd,b`	`1111 101d dddd 0bbb`	`fa00`	Bit Store from Bit in Register to T Flag in SREG
sbrc	`SBRC Rr,b`	`1111 110r rrrr 0bbb`	`fc00`	Skip if Bit in Register is Cleared
sbrs	`SBRS Rr,b`	`1111 111r rrrr 0bbb`	`fe00`	Skip if Bit in Register is Set

Instrukční slovo má několik různých tvarů a sestává z řady polí. Tato se opakují na různých instrukcích. Proto je popisuji zde na společném místě abych je zbytečně nevypisoval u každé instrukce.

Parametry instrukcí

port

Číslo (adresa) I/O registru. Protože *`port`* může nabývat hodnot od 0 do 31, můžeme jím adresovat jen prvních 32 portů jenž se nacházejí v RAM na adresách 0x20 až 0x3F (32 až 63 dekadicky).

bit

číslo bitu v I/O registru

Rd

Registr. Jeden z registrů R16 až R31. Parametrem *`Rd`* adresujeme libovolný horních 16-ti registrů procesoru.

Rr

Registr. Jeden z registrů R0 až R31. Parametrem *`Rr`* adresujeme libovolný z registrů procesoru.

Rs

Registr. Jeden z registrů R0 až R31. Parametrem *`Rd`* adresujeme libovolný z registrů procesoru.

K

Osmibitová konstanta která je přímo součástí instrukce.

ADIW

Jméno

`ADIW` — Add Immediate to Word

Přehled

ADIW Rd+1:Rd,K

Parametr *Rd* a *K*.

Popis

Instrukce přičte šestibitovou konstantu K ($0 \leq K \leq 63$) ke dvojci registrů (25:24, 27:26, 29:28, 31:30). Dvojice registrů je chápána jako jeden 16-ti bitový registr.

Obrázek 40-1. Formát instrukce CBI

1001 1000	AAAAA	bbb
0 – 7	8 – 12	13 – 15

Odkazy

Související instrukce: **FIXME:**avr.isa.sbi;.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 18

AND

Jméno

`AND` — Logical AND

Přehled

AND Rd,Rr

Parametr *Rd*, parametr *Rr*.

Popis

Instrukce smaže (nastaví na 0) zadaný bit v určeném I/O registru.

Odkazy

Související instrukce: **FIXME:**avr.isa.sbi;.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 19

ANDI

Jméno

`ANDI` — Logical AND with Immediate

Přehled

ANDI dD,K

Parametr *Rd* ($16 \leq$ d ≤ 31), parametr *K* ($0 \leq K \leq 255$).

Popis

Instrukce provede logocký součin registru Rd s osmibitovou konstantou a výsledek uloží opět do registru Rd.

Odkazy

Související instrukce: AND.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 20

BREAK

Jméno

`BREAK` — Break

Přehled

BREAK

Instrukce nemá žádné parametry.

Popis

Instrukci používá On-chip Debug system.

Odkazy

Související instrukce: **FIXME:**avr.isa.nop;.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 28

BST

Jméno

`BST` — Bit Store from Bit in Register to T Flag in SREG

Přehled

BST Rd,bit

Parametr *Rd* určuje jeden z registrů R0 až R31.

Popis

Instrukce smaže (nastaví na 0) zadaný bit v určeném I/O registru.

Obrázek 40-1. Formát instrukce BST

0–6	7–11	12	13–15
1111 101	ddddd	**0**	KKK

Odkazy

Související instrukce: SBI.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 46

CBI

Jméno

`CBI` — Clear Bit in I/O Register

Přehled

CBI port,bit

Parametr *port* určuje číslo I/O registru, a parametr *bit* pak bit v tomto registru.

Popis

Instrukce smaže (nastaví na 0) zadaný bit v určeném I/O registru.

Obrázek 40-1. Formát instrukce CBI

1001 1000	AAAAA	bbb
0 … 7	8 … 12	13 … 15

Odkazy

Související instrukce: SBI, SBIC, SBIS.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 48

LDS

Jméno

`LDS` — Load Direct from Data Space

Přehled

LDS Rd,K

Parametr *Rd* (16≤d≤31), parametr *K* (0≤K≤127),

Popis

Naplní registr Rd hodnotout z RAM (I/O, SRAM, REG) adresy K. Přístup je omezen na RAM adresy od 0x40 do 0xbf.

Odkazy

Související instrukce: LPM.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 96

LPM

Jméno

`LPM` — Load Program Memory

Přehled

LPM

LPM Rd,Z

LPM Rd,Z+

První parametr funkce je jeden z 30 registrů procesoru. (0≤Rd≤29). Pro registry R30 a R31, není chování instrukce definováno.

Popis

LPM je jediná instrukce, která nám umožňuje číst obsah paměti programu. Funguje tak, že do registru R0 nebo Rd načte jeden bajt z Flash paměti programu, bajt na který ukazuje registr Z.

Je nutné připomenout, že paměť programu je organizována po 16-ti bitových slovech. Instrukce LPM ji však čte po bajtech. Registr Z tedy dokáže adresovat prvních 64kB paměti programu, což je prvních 32kW. Pokud procesor obsahuje registr RAMPZ, jsou jeho bity součástí adresy před bity registru Z. Dokážeme tak adresovat 2^{24} bajtů tedy 2^{23} slov paměti programu.

Varování

Varianta instrukce LPM Rd,Z+ při přetečení Z nezvyšuje RAMPZ.

Bajty ve slově jsou adresovány od nižšího, jak je vidět v následující tabulce.

Z	PC
0	0 LO Byte
1	0 HI Byte
2	1 LO Byte
3	1 HI Byte

Ukázky

```
        ldi ZH, high(CodeTable >> 1)  ; Initialize Z-pointer
        ldi ZL, low(CodeTable >> 1)   ;+
        lpm r16, Z                    ; Load from program memory
        ...

CodeTable:
        .dw 0x4281, 0x4316, 0x45a9
```

Odkazy

Související instrukce: **FIXME:**avr.isa.nop;.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 97

RET

Jméno

`RET` — návrat z podprogramu

Přehled

RET

SBI

Jméno

`SBI` — Set Bit in I/O Register

Přehled

SBI port,bit

Instrukce má dva parametry: *port* (0≤port≤31) a *bit* (0≤bit≤7).

Popis

Instrukce nastaví zadaný bit v určeném I/O registru.

Instrukce se provádí po dobu dvou hodinových cyklů. Na procesorech ATtiny s redukovaným jádrem (např. ATtiny4, ATtiny5, ATtiny9, ATtiny10) trvá vykonání instrukce jen jeden hodinový cyklus.

Odkazy

Související instrukce: CBI, SBIS.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856G-AVR-07/08*, strana 117
- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 123

SBIC

Jméno

`SBIC` — Skip if Bit in I/O Register Cleared

Přehled

SBIC port,bit

Instrukce má dva parametry: *port* a *bit*.

Popis

Odkazy

Související instrukce: CBI, SBI, SBIS.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 124

SBIS

Jméno

`SBIS` — Skip if Bit in I/O Register is Set

Přehled

SBIS port,bit

Instrukce má dva parametry: *port* a *bit*.

Popis

Istrukce zkoumá stav bitu `bit` na I/O adrese `port`. Má li tento bit hodnotu "1", tedy je li nastaven, je následující instrukce přeskočena a pokračuje si instrukcí za ní.

Není-li podmínka skoku splněna, trvá provedení instrukce 1 hodinový cyklus. Je-li podmínka splněna a docází k přeskoku, trvá provedení instrukce 2 až 3 hodinové cykly podle toho jestli se přeskakuje instrukce dlouhá jedno nebo dvě slova.

Odkazy

Související instrukce: CBI, SBI, SBIC.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 125

SBR

Jméno

`SBR` — Set Bits in Register

Přehled

SBR Rd, K

Parametr *Rd* určuje se kterým registrem se pracuje, a parametr K je 8-mi bitová maska.

Popis

Instrukce nastaví na 1 bity v registru Rd podle masky K.

Rd ⟶ Rd ∨ K

Obrázek 40-1. Formát instrukce SBR

0100	KKKK	dddd	KKKK
0 … 3	4 … 7	8 … 11	12 … 15

Odkazy

Související instrukce: SBI, CBI.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 127

SBRC

Jméno

`SBRC` — Skip if Bit in Register is Cleared

Přehled

SBRC Rr,bit

Parametr *Rr* a parametr *bit*.

Popis

Je-li bit v registru Rr smazán (== 0), pak je následující instrukce přeskočena.

Odkazy

Související instrukce: SBI, SBR, SBRS.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 128

SBRS

Jméno

`SBRS` — Skip if Bit in Register is Set

Přehled

SBRS Rr,bit

Parametr *Rr* a parametr *bit*.

Popis

Je-li bit v registru Rr nastaven (== 1), pak je následující instrukce přeskočena.

Odkazy

Související instrukce: SBI.

- *8-bit AVR Instruction Set Rev. 0856I-AVR-07/10*, strana 129

40.6. Konstrukce a zapojení s AVR

* ***Attributy:*** *id="avr.constructions"*

Zdroje a odkazy:

- AVR ATtiny15 sinus led pulse[117] by Lefinnois[118] on YouTube
- Sample Atmel AVR Code for the Spark Fun Nokia-like graphic color LCD[119]

- Nokia 6610 LCD + Arduino[120]
- The gnusb harware[121]
- RobotikaWiki[122] — obsahuje informace a několik konstrukcí s AVR
- Stealth USB CapsLocker[123]
- USB Physical Hit Counter based on AVR ATtiny25[124]
- LCD2USB[125] s ATmega8
- InfraHID[126] s ATmega8
- USBTenki: USB Temperature sensors and more[127] s ATmega8
- USB-LED-Fader[128] s ATmega8
- i2c-tiny-usb[129]
- USBasp[130] — USB programmer for Atmel AVR controllers
- USBtiny[131]
- Teensy USB Development Boards[132] s AT90USB162 a AT90USB646
- LUFA (Formerly MyUSB) (2008)[133]

UART:

- Enabling AVR UART tx[134]
- Enabling AVR UART Rx[135]

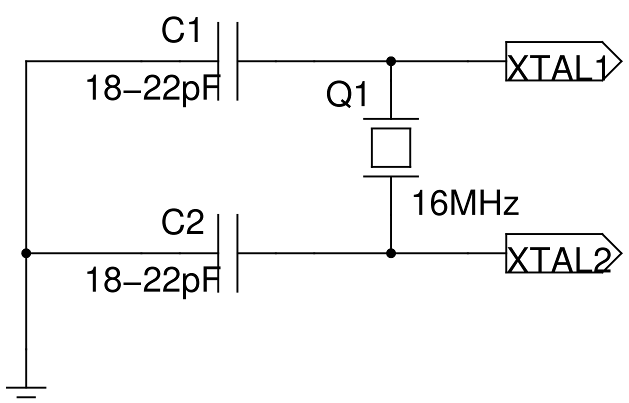
Bluetooth a bezdrátová komunikace:

- BLUE controller.com[136] — experimentální modul s ATmega328 (168,88,48) a Bluetooth a 868/434MHz radio
- The Jee Labs Shop[137] (JeeNode)

* *http://www.electroons.com/2009/07/31/programmers-for-avr-serial-parallel/*
* *http://www.electroons.com/2009/07/25/using-external-interrupt-in-avr/*
* *http://www.dharmanitech.com/2009/01/sd-card-interfacing-with-atmega8-fat32.html*

Na napájení MCU je třeba mít připojený *decoupling capacitor*. Kondenzátor který poskytuje MCU energii při špičkových odběrech a snižuje tak šíření rušení způsobeného těmito špičkovými odběry po napájení.

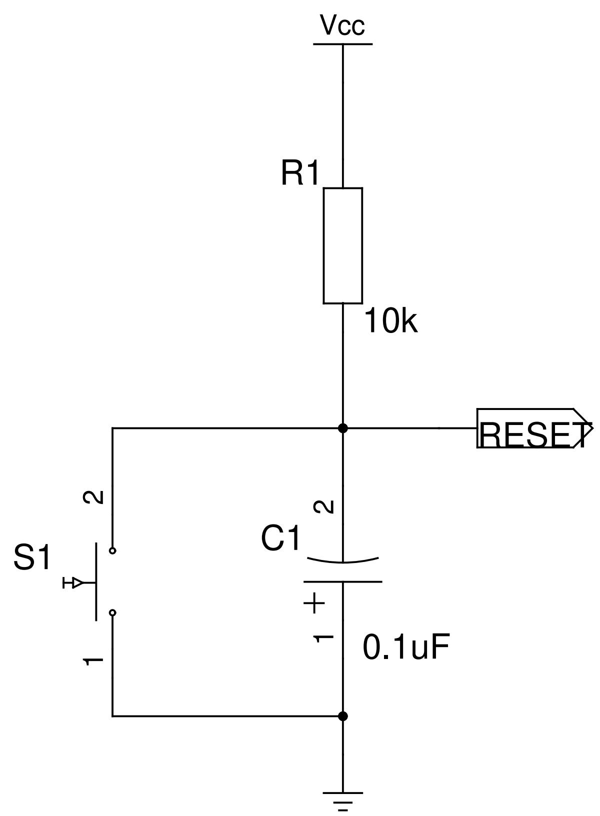
Obrázek 40-18. Připojení krystalu k MCU AVR



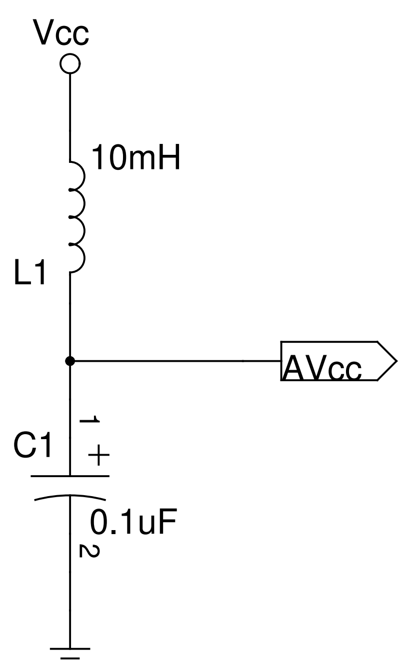
Kapacita kondenzátorů je určena vzorcem

$C_1 = C_2 = 2*(CL - 5pF)$

Obrázek 40-19. Připojení resetovacího tlačítka



Obrázek 40-20. Filtr napájení AD převodníků



40.6.1. Experimentální desky a jiné nástroje

Odkazy:

- ATmega8 board[138]
- Nálepky[139]
- ATmega8 board a potisk PCB[140] [06.11.2008]
- ATmegaXX8 Target Board[141] a ATtiny2313 Target Board[142] od Evil Mad Science
-
-
- Diavolino[143] $13
- AVR Starter Packs[144] $110 - $140
-
-

Pracujeme-li s nepájivým kontaktním polem, velmi se nám budou hodit udělátka.

Udělátka k nepájivému poli:

- ISP-Adapter for the breadboard[145]
- ATtiny breadboard headers[146]
- Bread-Power[147]

Odkazy:

- http://www.pocketmagic.net/?p=375
-

40.6.2. Čítač / měřič kmitočtu

Zdroje a odkazy:

- Build your 40 MHz Frequency meter[148] by Ibrahim Kamal, Last update 2008-09-05
- Countermeasures[149] by Jasperh
- RS-232 Freq. Meter/Pulse Generator Based on Atmel AT902313[150] by Richard Cappels
- A Little More Serious Frequency Meter (ATtiny2313)[151] by Richard Cappels
- A microprocessor based frequency counter up to 70MHz[152]
-
-

```
;
        .org    0
 rjmp    reset

reset:
        ; Initialize SP to ramend
        ldi     temp,low(ramend)
        out     spl,temp
        ; Initialize baudrate for uart
        ldi     temp,baudconstant
        out     ubrr,temp
        ⋮

; command interpretation loop for frequency meter
```

```
loop:

⋮
reset:
        ...
        ldi     temp,0b10000110         ; Enable input to 16 bit counter (Timer/Counter 1).
        out     tccr1b,temp
        ...

        ; Enable the watchdog
        wdr                             ; must be
        ldi     temp,0b00001111         ; WDT enable
        out     wdtcr,temp              ;+

        sei                             ; Enable interrupts
        rjmp    Main                    ; Start execution of main loop.

; Measure frequency for 1, 10 and 100 seconds.
measurefreq:
        ldi     temp,0                  ; Clear 16 bit counter
        out     tcnt1h,temp
        out     tcnt1l,temp
        clr     ZL                      ; Clear ZL which is the overflow counter.

 sbi     PORTD,4                 ; Pulse prescaler reset
        cbi     PORTD,4

        ldi     temp,0b10000000         ; Enable overflow interrupts from 16 bit timer.
        out     TIMSK,temp

        cbi     DDRD,3                  ; Make gate pin high impedance
        cbi     PORTD,3                 ; Gate signal into prescaler - turn off pullup

AnotherSecond:
        rcall   Delay1Second            ; Delay 1 second.
        dec     iterations              ; Measure more than 1 second if necessary
        brne    AnotherSecond

        sbi     DDRD,3                  ; Make gate signal low Z.
        sbi     PORTD,3                 ; Disable signal into prescaler.

        clr     temp                    ; Disable overflow interrupts.
        out     TIMSK,temp              ;+ Note: using tccr1b to disable counter causes 1+.
        ret
```

40.6.3. Připojení TV či monitoru

Odkazy:

- tvText[153] a video[154]
- Composite Video Text/Graphics Display[155]
- AVGA AVR Based color video game development platform[156]
- Simple VGA/Vide adapter[157]
- Simple VGA/Video adapter[158] na CircuitDB
- Text on TV[159]

•

40.6.4. Software USB

Odkazy:

- V-USB[160] Virtual USB port for AVR microcontrollers
- Hardware Considerations[161]
- AVR-CDC[162]
- AVR 1-Key-Keyboard Project[163]
- 49

40.6.5. Připojení externí RAM

Odkazy:

- Simple evaluation board for ATmega162 + 32KB external RAM[164]
- Adding external memory to Atmega128[165]

Externí paměť RAM lze připojit k AVR několika způsoby. Když pominu případné sériové RAM s rozhraním SPI či možná I2C, a pominu možnost připojení dynamické RAM, budu se zabývat možnostmi připojení statické RAM paměti.

Nejdříve se ve zkratce zmíním o rozhrani XRAM. Toto rozhraní mají zabudovány některé MCU. Z MCU v pouzdru DIL je to ATmega162. Rozhraní sestává ze dvou osmibitových portů a jednoho tříbitového portu. Na osmibitových porttech jsou na prvním PC signály A8-A15, a na druhém PA multiplexovány D0-D7 s A0-A7. Další tři bity jsou ALE pro multiplexování adresy a dat. A signály !RD a !WR. XRAM funguje velmi rychle, je jen o málo pomalejší než přístup k interní RAM.

Nyní připojení externí RAM na MCU které nemají podporu ve formě XRAM rozhraní. Tou nejpomalejší možností je použít sério-paralelních převodníků, obvodá HC595 a HC165. Současně tento způsob připojení je nejméně náročný na počet I/O pinů.

Pokud nám jde o rychlost, a nemáme obvod s velikým počtem pinů, můžeme se inspirovat řešením XRAM ale zajít ještě o kousek dále. Na jednom portu realizujeme datovou obousměrnou sběrnici. To je 8 pinů. Na tuto sběrnici budeme multiplexovat adresové informace. Tyto budeme zachytávat do obvodů HC573 a záskáme tak kompletní 16-ti bitovou addresovou sběrnici. Přidáním dalšího obvodu HC573 můžeme rozšířit sběrnici na 24 adresových vodičů.

Chci použít MCU řady 48/88/168/328. Na tomto MCU jsou vyveden 3 porty PB, PC a PD. Funkce jednotlivých vývodů ovšem omezuje naše možnosti. PC není úplný ale ma jen 6 vývodů. PC6 je použit jako RESET. PB je sice 8-mi bitový, ale na PB6 a PB7 je připojen krystal. PD je také osmibitový, ale PD0 a PD1 jsou obsazeny sériovým rozhraním RX/TX které potřebuji. Optimální by bylo užití většího obvodu ve 40-ti vývodovém pouzdře jako je například ATmega644.

40.6.6. PWM

Odkazy:

- ATmega8 Basics, PWM[166]
-
-

40.6.7. Počítač postavený okolo ATmega162

Jedná se o předběžný návrh.

Parametry:

- Připojená externí paměť přes XMEM rozhraní. Kapacita 512KB, stránkováno.
- SPI sběrnice, adresováno 8 zařízení
- 2*RS323
-
-

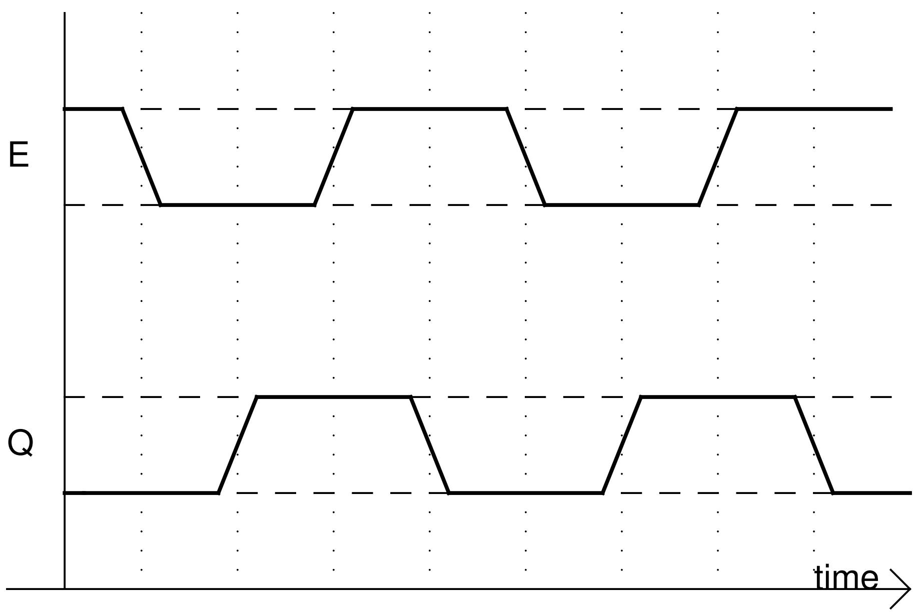
40.6.8. Generátor hodinových signálů pro 6809E

Varování

Tao konstrukce nebyla nikdy postavena. Jedná se jen o úvodní rozvahu.

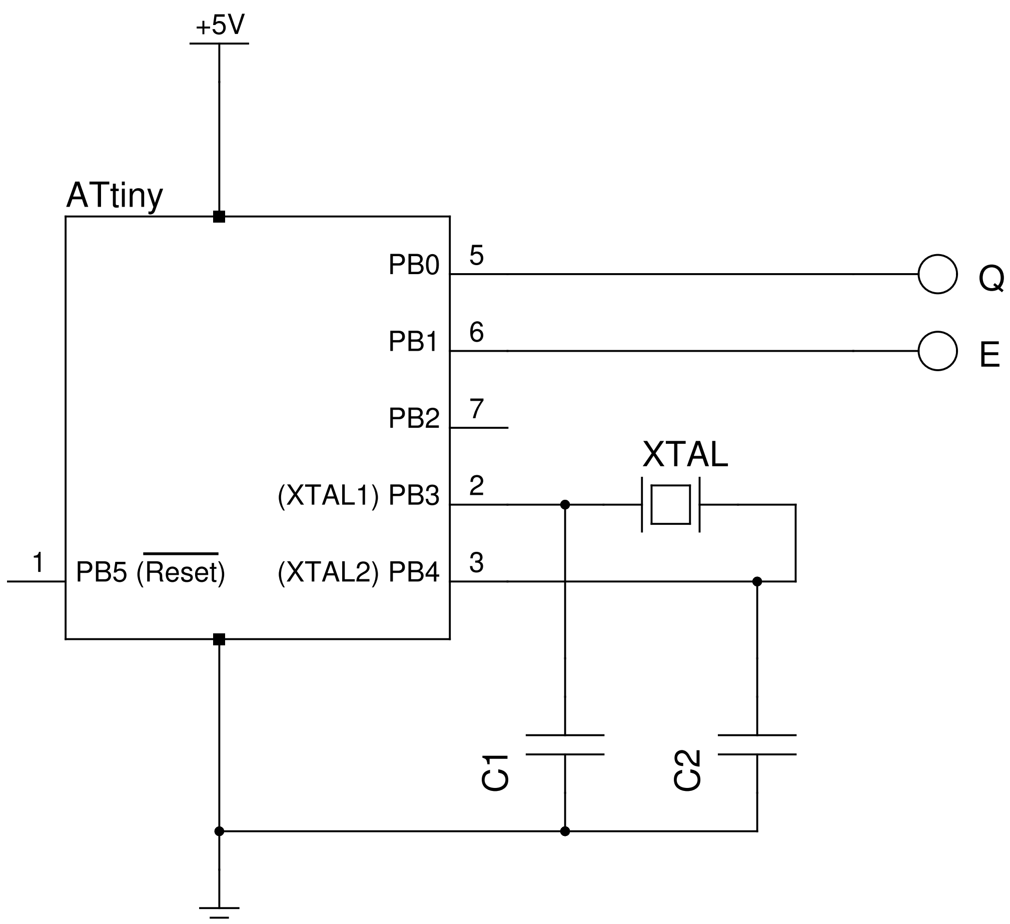
Procesor 35 je variantou 35 která nemá vnitřní oscilátor řízený vnějším krystalem, ale potřebuje ke své činnosti vnější zdroj dvoufázových hodin. Tyto hodiny se přivádějí na vstupní piny E a Q mikroprocesoru. Průběh dvoufázového signálu je na obrázku.

Obrázek 40-21. Dvoufázové hodiny pro MC6809E



Ke generování signálu lze použít jakýkoliv procesor, jenž je dostatečně rychlý, tedy 16MHz. Protože stačí malý počet vývodů pouzdra, použil jsem ATtiny.

Obrázek 40-22. Generování Dvoufázových hodiny pro MC6809E s ATtiny




```
LOOP:   SBI B,1        ; E ↑
        NOP
        NOP
        SBI B,0        ; Q ↑
        NOP
        NOP
        CBI B,1        ; E ↓
        NOP
        NOP
        CBI B,0        ; Q ↓
        RJMP LOOP
```

40.6.9. Konstrukce počítačů založených na MCU AVR

*

Odkazy:

- FIGnition[167] ()
-

40.7. Knihovna kódů

Knihovna kódů které jsem našel, vymyslel nebo odzkoušel. Knihovna není ve stavu přímo použitelném. Jedná se spíše o kousky kódu realizující zajímavé funkce. Při použití v nějakém projektu je třeba je přizpůsobit.

40.7.1. Morse Talker

Při experimentech s ATtiny15L jsem zjistil, že nemám volné vývody na připojení nějakého zobrazovače hodnoty. Například LCD displeje. Dostal jsem tedy nápad a k jednomu volnému pinu PB4 připojil sluchátko. Hlavní myšlenka je, že když nemohu hodnotu zobrazovat, můžu ji odvysílat morseovkou.

Následující kód je místy velmi divoký a řadu instrukcí jsem nahradil jen komentáři. Jsou to totiž imstrukce značně závislé na způsobu kterým měřím čas. Rovněž tento kód není moc přehledný. Ke své lítosti jsem opravdu nemohl použít podprogramy, které by kód velmi zpřehlednily. Program vznikal a ladil jsem jej na MCU ATtiny15L, který má zásobník návratových adres jen 3 úrovně hluboký. Počítaje přerušení které si může vzít kdykoliv jednu úrověň, a proceduru TX_Message která vysílá celý řetězec znaků a používá pro vysílání jednotlivých znaků tuto proceduru TX_Symbol. Tím jsem vyčerpal všechny úrovně zásobníku návratových adres.

```
; Transmit one morse symbol (character) given in register ARG.
TX_SYMBOL:
        ; Code to handle 0x20 (Space) as a special case.
        CPI     Arg, 0x20
        BREQ    Send2T

        ; Initialize Z pointer to MorseTab
        LDI     ZL, low(MorseTab << 1)
        LDI     ZH, high(MorseTab << 1)

        ; Make some correction to arg.  The table begins with space, code=0x20.
        SUBI    Arg, 0x20

        ; Add Arg to Z, so Z will point to character given by Arg.
        ADD     ZL, Arg
        BRCC    LoadCode
        INC     ZH

LoadCode:
        LPM                     ; Now R0 contains encoded symbol.
        MOV     Seq, R0

SendLoop:
        CLC                     ; Must be cleared before ROR
        ROL     Seq
        ; The C contains dih/dat, but only if Seq is non zero.
        ; In such case Seq is empty and C contains stop mark.
        BREQ    EndSymbol

        ; We can send a . or - depending on the Carry value.
        SBR     BITF, 0b00000001 ; Sound On
        BRCC    SendDih
```

```
; Vysíláme čárku (dah).  Protože zvuk je zaplý.

;Wait 1T
;Wait 1T
;Wait 1T

CBR     BITF, 0b00000001 ; Sound Off

;Wait 1T
RJMP    SendLoop


EndSymbol:
        ;Wait 1T
        ;Wait 1T
        RET
```

Na kódu je zvláštní jedna věc. Se zdrojem časových impulsů a zdrojem tónu komunikuje přes bity v registru BitF. Bit 0 tohoto registru určuje, zdali je vytvářen tón. 0 znamená že nikoliv a je tedy ticho, 1 znamená že se generuje tón. Další bit 1 tohoto registru slouží ke komunikaci se zdrojem času. Zdroj času totiž tento bit v pravidelných intervalech 1T nastavuje na 1. Všechna čekání jsou tedy krátké posloupnosti tří instrukcí podobné této:

```
        ; Wait 1T
        CBR     BitF, 0b00000010 ; smaž bit 1
Loop:   SBRS    BitF, 1          ; čekej dokud jej zdroj času opět nenastaví
        RJMP    Loop
```

Kód programu je rovněž „zkrácen“ vzájemným nakombinováním různých větví do sebe. Například vysílání čárky a tečky je udělané tak že tečka je poslední třetina čárky.

```
        Sound On
        If tečka Go tecka
        Wait 1T
        Wait 1T
tecka:  Wait 1T
        Sound Off
        Wait 1T
```

Za každou tečku nebo čárku je rovněž ihned vysláno ticho o délce 1T což mi zjednodušuje vysílání posloupnosti teček a čárek. Na to pak musím myslet, když dělám mezeru mezi písmeny, že kousek ticha o délce 1T už byl odvysílán a že zbývají jen dva kousky ticha.

Poslední částí, která je nutná k pochopení programu je tabulka morse kódů.

```
MorseTab:
 .db 0b00000000, 0b10101110, 0b01001010, 0b00000000 ; SP ! " #
 .db 0b00000000, 0b00000000, 0b01000100, 0b01111010 ; $ % & '
 .db 0b10110100, 0b10110110, 0b00000000, 0b01010100 ; ( ) * +
 .db 0b11001110, 0b10000110, 0b01010110, 0b10010100 ; , - . /

 ; 0x30 - 0x39 Numbers
 .db 0b11111100, 0b01111100, 0b00111100, 0b00011100 ; 0 1 2 3
 .db 0b00001100, 0b00000100, 0b10000100, 0b11000100 ; 4 5 6 7
 .db 0b11100100, 0b11110100                         ; 8 9

 ; 0x3A - 0x3F
```

```
.db 0b11100010, 0b10101010, 0x00000000, 0b10001100 ; : ; < =
.db 0b00000000, 0b00110010                         ; > ?

; 0x40 Alphabet
.db 0b10000000, 0b01100000, 0b10001000, 0b10101000 ; @ A B C
.db 0b10010000, 0b01000000, 0b00101000, 0b11010000  ; D E F G
.db 0b00001000, 0b00100000, 0b01111000, 0b10110000  ; H I J K
.db 0b01001000, 0b11100000, 0b10100000, 0b11110000  ; L M N O
.db 0b01101000, 0b11011000, 0b01010000, 0b00010000  ; P Q R S
.db 0b11000000, 0b00110000, 0b00011000, 0b01110000  ; T U V W
.db 0b10011000, 0b10111000, 0b11001000, 0b00000000  ; X Y Z [
.db 0b00000000, 0b00000000, 0b00000000, 0b00110110  ; \ ] ^ _
```

Vymyslel jsem spoustu složitých kódování a způsobů jak pospat morse pro jedno písmeno v jednom bajtu. Ale pak se mi rožlo a já byl osvícen. Kódování se kterým jsem přišel je velmi jednoduché a ke všemu ještě dokáže kódovat o jednu tečku nebo čárku více než nejsložitější se kterým jsem přřšel. Princip je takový že tečku kóduji nulovým bitem a čárku jedničkovým bitem. Jediné co potřebuji jednoznačně detekovat, je konec posloupnosti. A v tom je ten ftip. Konec posloupnosti je označen 1 po které následují již jen samé 0. Protože při vysílání posouvám kódové slovo jedním směrem, v mém případě do leva, a zajišťuji že se zprava plní nulami je detekce konce dána tím že posledním bitem který se do Carry načetl je 1 a v registru jsou jen samé nuly. Toto čtení kódu je realizováno jen třemi instrukcemi:

```
SendLoop:
        CLC                     ; Must be zero before ROR
        ROR     Seq
        BREQ    EndSymbol
```

40.7.2. Různé posbírané kousky

40.7.2.1. Main loop

```
//Include the default AVR io-header
//This file(avr/io.) holds all of the informations about the mcu's ports, setup-registers and so on
#include <avr/io.h>

//The normal main-routine
int main(void) {
    //Our main-loop
    for(;;) {
        //Do nothing
    }
    //The compiler requires us to retunr something, even though we never get here...
    return 0;
}
```

40.7.2.2. Čtení a psaní do portů

* *AVR/Examples/IO*[168]

```
#include <avr/io.h>

int main(void) {
```

```
    DDRB = 0xff;        /* Set PORTB as output */
    DDRA = 0x00;        /* Set PORTA as input */

    for(;;) {
        PORTB = PINA;   /* Set PORTB as PORTA.  Copy bits form A to B */
    }
    return 0;
}
```

Jak jse vidět, uvedený program čte co je na portu A a podle toho nastavuje piny portu B.

40.7.2.3. Použití AD převodníku

* *AVR/Examples/AD — Analog-Digital Example*[169]

```
uint16_t ReadADC() {
    uint16_t result = 0;        /* Temporary variable */
    PRR ^= (1<<PRADC);    /* Set the Power Reduction ADC-bit to 0 */

    ADMUX = (0<<MUX3)|(1<<MUX2)|(0<<MUX1)|(0<<MUX0); /* ADC4 and AREF voltage reference */
    DIDR0 = (1<<ADC4D); /* Disable the digital buffer at this pin */

    ADCSRA = (1<<ADEN)|(1<<ADSC);       /* Start conversion */
    while(ADCSRA & (1<<ADSC))           /* Wait until the conversion is finished */
        ;

    result = (unit16_t)ADCL;            /* Get the lover 8 bits of the result*/
    result += (((unit16_t)ADCH)<<8);    /*+ upper 2 bits.*/

    ADCSRA = 0x00;                      /* Turn off the ADC module */
    PRR |= (1<<PRADC);

    return result;
}
```

40.7.3. Emulace jiného procesoru

Výkon AVR je takový, že se můžeme pokusit emulovat chování jiného procesoru. Zde uváděné kousky kódu se snaží realizovat některé operace, které při tom budeme potřebovat.

40.7.3.1. Instruction Fetch and decode

Načítání a dekódování instrukce

* ***FIXME:*** *Udělat instrukce aktivními odkazy.*

Jednou z operací kterou je třeba realizovat, je nahrání instrukce simulovaného procesoru z paměti a dekódování této instrukce. Následující příklad vychází z předpokladu, že paměť simulovaného procesoru je v RAM našeho AVR, nebo že je použita externí RAM mechanizmy AVR například u čipu ATmega162.

Operace „Fetch“, tedy přečtení instrukce z operační paměti je v podstatě jednoduché přečtení buňky v paměti RAM na adrese dané naším čítačem instrukcí `PC` a zapsání této hodnoty do registru `Instr` kde se bude provádět dekódování instrukce. Nezbytnou součástí je také posunutí `PC` na další instrukci.

```
mem[PC] ⟶ Instr
PC = PC+1
```

Z instrukcí, které umožňují přístup do paměti RAM, se nám hodí jen:

Instrukce	Popis	Operace
LD Rd,X	Load Indirect	Rd ⟵ (X)
`LD Rd,X+`	Load Indirect and Post-Increment	Rd ⟵ (X); X ⟵ X+1
`LD Rd,Y`	Load Indirect	Rd ⟵ (Y)
`LD Rd,Y+`	Load Indirect and Post-Increment	Rd ⟵ (Y); Y ⟵ Y+1
`LD Rd,Z`	Load Indirect	Rd ⟵ (Z)
`LD Rd,Z+`	Load Indirect and Post-Increment	Rd ⟵ (Z); Z ⟵ Z+1

Musíme se tedy rozhodnout, v kterém registru budeme uchovávat hodnotu čítače instrukcí `PC`. Registr (registrový pár) `Z` používají rovněž instrukce LPM, ELPM a SPM pro práci s pamětí programu. Z toho důvodu bych je nepoužil pro registr `PC`. Zbývají registry X a Y jenž jsou rovnocenné. Mohu si tedy vybrat kterýkoliv z nich. V dalším pak používám jako PC registrový pár X.

Kód pro Fetch tedy vypadá takto

```
Fetch:
        ld Instr, X+            ; Přečtení instrukce z RAM
```

Takhle jednoduché je to proto, že používáme instrukce pro práci s vnitřní či vnější pamětí RAM, a taky proto, že jsme mohli vyhradit registr X pro čítač instrukcí. Pokud bychom si nemohly vyhradit registr X, a museli používat jeden z X,Y,Z jen dočasně, mohli bychom si vypomoci instrukcí MOVW.

```
Fetch:
        movw    Z, PC           ; načtění hodnoty PC do indexového registru
        ld      Instr, Z+       ; přečtení instrukce z RAM
 movw    PC, Z          ; uložení nové hodnot zěpt do PC
```

Výsledný program tedy bude o tyto dvě MOVW instrukce pomalejší. Protože každá si veme jeden hodinový takt, kód je o dva takty delší. Samotná instrukce LD spotřebuje další dva takty pro čtení z vnitřní RAM. V případě externí paměti RAM může dojít a patrně dojde ještě k dalšímu spomalení. Pro konkrétní hodnoty a použití externí RAM najdete informace o potřebném počtu taktů hodinového signálu v dokumentaci daného procesoru.

Dalším krokem je dekódování instrukčního kódu načteného do registru `Instr`. Tady hodně záleží na instrukční sadě našeho virtuálního procesoru. Některé mikroprocesory, jako je například CDP 1802, mají takovou instrukční sadu, že se kód instrukce rozpadá na dvě pole. První určuje instrukci a druhé registr či variantu instrukce. Takovou instrukční sadu bych pravděpodobně dekódoval programově.

Při bližším pohledu do instrukční sady AVR, nalezneme instrukce:

Instrukce	Popis	Operace	Takty
IJMP	Indirect Jump to (Z)	PC(15:0) ⟵ Z; PC(21:16) ⟵ 0	2
EIJMP	Indirect Jump to (Z)	PC(15:0) ⟵ Z; PC(21:16) ⟵ EIND	2
ICALL	Indirect Call to (Z)	PC(15:0) ⟵ Z; PC(21:16) ⟵ 0; …	3/4

Instrukce	Popis	Operace	Takty
EICALL	Indirect Call to (Z)	PC(15:0) ⟵ Z; PC(21:16) ⟵ EIND; …	4

Jsou to jediné instrukce, které dovolují nepřímý skok nebo volání podprogramu. S použitím těchto instrukcí mohu napsat něco jako:

```
Decode: ; Dekódování instrukce.
        ldi ZL, low(OpTab)
        ldi ZH, high(OpTab)
        add ZL, Instr           ; získání adresy v tabulce OpTab
        ijmp                    ; skok na odpovídající řádek v tabulce
```

Místo instrukce ICALL/EICALL jsem použil IJMP, případně EIJMP. Důvodem je, že neplánuji kód jednotlivých virtuálních instrukcí volat ještě z jiného místa v programu, a chci ušetřit pár taktů. Proto místo, pro někoho možná logického

```
        ...
        icall
        ...
```

Kdy jednotlivé podprogramy končí instrukcí RET. Použiji

```
        ...
        ijmp
NextInstruction:
        ...
```

A jednotlivé "podprogramy" ukončím instrukcí **RJMP NextInstruction**. Tato instrukce ja je rovněž rychlejší než instrukce **RET**.

Pro maximální zrychlení emulace, provádím řadu optimalizací v nejčastěji používaném kódu, t.j. ve zde uvedeném kódu nahrávání a dekódování instrukce. Dekódování provádím skokem na proceduru podle obsahu instrukce (OpCode). Tabulka skoků má 256 položek. Pro emulování jednoduchého procesoru stačí jedna takováto tabulka. Pro emulování procesoru s velmi bohatou sadou instrukcí, jako je například Z80 bych takovýchto tabulek potřeboval více. Důvodem jsou prefixové instrukce tohoto procesoru.

Ve svém prvním pokusu se omezuji na jednoduchý procesor Forthovského typu.

```
; Pracovní registr, mé oblíbené jméno je W.  Tento registr musí být mezi
; horními 16 (tedy 16–31) protože je často plněn instrukcí ldi.
.def    W       = R16

; Registry použité při emulaci virtuálního procesoru.
.def    Zero    = R12   ; Konstanta 0 použítá k urychlení některých výpočtů.
.def    OpCode  = R13   ; Registr obsahující načtenou instrukci k dekódování.
.def    OpTabL  = R14   ; Dvojce registrů tvořící ukazatel na tabulku uperací.
.def    OpTabH  = R15   ;+

; Před spuštěním emulace je třeba naplnit některé registry počátečními
; hodnotami.  Jedná se zejména o registry Zero a OpTab jenž slouží jako
; konstanty pro urychelní operací.
       ; Naplnění OpTabL:OpTabH adresou OpTab
       ldi     W, low(OpTab)
       mov     OpTabL, W
       ldi     W, high(OpTab)
```

```
        mov     OpTabH, W

        ; Naplnění Zero konstantou 0
        ldi     W, 0
        mov     Zero, W

; Čítač instrukcí virtuálního procesoru je v registrovém páru X.

Fetch:  ld      OpCode, X++     ; Získání instrukce z paměti
        ; Dekódování instrukce pomocí OpTab
        movw    ZL, OpTabL      ; Move OpTab address into Z
        add     ZL, OpCode      ; Z = Z+OpCode
        adc     ZH, Zero        ;+
        ; Nyní ukazuje Z na n-tou položku OpTab podle hodnoty OpCode
        ijmp                    ; Předáme řízení na příslušnou proceduru.


; Tabulka OpTab.  Pro každou hodnotu OpCode je zde adresa (skok) na rutinu
; realizující příslušnou instrukci virtuálního procesoru.  Tabulka obsahuje
; maximálně 256 položek.  Pokud obsahuje méně než 256 položek, měli bychom
; zajistit že nebude dekódována instrukce která není v tabulce.
OpTab:
        rjmp    INOP            ; OpCode=0, NOP
        rjmp    IDUP            ; OpCode=1, DUP
        rjmp    IDROP           ; OpCode=2, DROP
        rjmp    IADD            ; OpCode=3, ADD
        ...
        rjmp    ILAST           ; OpCode=255, LAST

; Instrukce NOP neprovádí nic, pouze se vrátí zpět do do smyčky emulátoru.
INOP:   rjmp    Fetch

IDUP:   ...
        ...
        rjmp    Fetch
```

Poznámky ke kódu

- Při výpočtu hodnoty registru Z vycházím z toho že v tabulce `OpTab` zabírá každá instrukce jedno slovo. Pokud použiji instrukci **avr.isa.rjmp;**, je tento předpoklad splněn. Je třeba si uvědomit, že instrukce skoku RJMP může předat řízení/skočit v rozsahu -2048 / +2047 slov od aktuální adresy. Procedury realizující jednotlivé instrukce virtuálního procesoru se tedy musí nacházet v této vzdálenosti od své položky v `OpTab`.

> **Varování**
>
> Uvedený kód nebyl testován. Podařilo se mi ho bez problémů přeložit assemblerem, ale není zaručena jeho funkčnost. Je třeba ještě zkontrolovat několik věcí.

40.7.4. Měření napětí (použití ADC)

Odkazy:

- ATtiny261/461/861 datasheet, strana 143
- AVR a AD převodník[170] (2007-05-25)
- ADC (Avr)[171]
- Using the "Mini 3 digit display" — Not only 2.56V and higher[172]

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
name	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
name	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0

ADEN zapíná a vypíná AD převodník. (1 = zapnuto)

ADSC startuje převod v průběhu převodeu čteme 1. Pokud se bit změní na 0 je převod ukončen.

```
adc_init:
        ADMUX =
        ADCSRA =
        rts

adc_read:
        admux = kanal
        adcsra |= 0x40;
        while ((adcsra & 0x10) == 0); // Wait
        ADCSRA |= 0x10;
        // result in ADCW
```

```
#include <avr/io.h>
#include <inttypes.h>

uint16_t readADC(uint8_t channel) {
        uint8_t i;
        uint16_t result = 0;

        // Den ADC aktivieren unr Teilungsfaktor auf 64 stellen
        ADCSRA = (1<<ADEN) | (1<<ADPS2) | (1<<ADPS1);

 // Kanal des Multiplexers waehlen
 ADMUX = channel;

 // Interne Referenzspannung verwenden (also 2.56 V)
 ADMUX |= (1<<REFS1) | (1<<REFS0);

 // Den ADC initialisieren und einen sog.  Dummyreadout machen
 ADCSRA |= (1<<ADSC);
        while (ADCSRA & (1<<ADSC));

        for (i=0; i<3; i++) {
                ADCSRA |= (1<<ADSC);
                while (ADCSRA & (1<<ADSC));
```

```
                result += ADCW;
        }
        ADCSRA &= ~(1<<ADEN);
        result /= 3;
        return result;
}

int main(void) {
        uint16_t result = readADC(0)
        return 0;
}
```

Měření napětí

```
#include <avr/io.h>
#include <inttypes.h>

/*
 * Inicializace ADC převodníku.  Tato inicializace je specifická pro
 * naši aplikaci a způsob použití převodníku.
 */
void initADC(void) {
        ADCSR |= (1<<ADPS2) | (0<<ADPS1) | (0<<ADPS0); /* Prescale = 16 */
 ADMUX |= (1<<REFS1) | (1<<REFS0); /* Voltage refference 0b11 = 2.56V */
 // ADCSR |= (1<<ADFR);    /* Enable free-running mode */
        ADMUX = currentChannel;         /* Initial channel selection */
        // ADCSR |= (1<<ADIE);    /* Enable ADC conversion complete interrupt */
        // _SEI();                      /* Enable global interrupts */
        // ADCSR |= (1<<ADSC);    /* Start first conversion
} /* initADC() */

uint16_t readADC(uint8_t channel) {
        ADMUX = channel;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);
 ADCSRA |= (1<<ADEN);      /* Start ADC conversion */
        while (ADCSRA & (1<<ADSC));
 result = ADCW;
 ADCSRA &= ~(1<<ADEN); /* Stop ADC conversion */
}
```

Obrázek 40-23. Oddělení vstupu

```
 VCC
 ---
  |
  |
  |
  /
  \  10K Ohm          |\
  /                   | \
  \<------------------|+ \
  /                   |   \
  \           LF355   |    +-------+-------> ADC Input
  /                   |   /        |
  |           --------|- /         |
  |           |       | /          |
  |           |       |/           |
```

```
---           |                    |
GND           |                    |
              +--------------------+
```

40.7.5. USB

Odkazy:

- LUFA (Formerly MyUSB) (2008)[173]
- V-USB[174] — Virtual USB port for AVR® microcontrollers

Knihovna LUFA řeší/realizuje:

- Audio In Device
- Audio Out Device
- CDC Device
- CDC Host
- Dual CDC
- General Library Test Application
- Joystick Device
- Keyboard Device
- Keyboard and Mouse Device
- Keyboard Host
- Mass Storage Device
- Mass Storage Host
- MIDI Device
- Mouse Device
- Mouse Host
- RNDIS (CDC) Ethernet
- Still Image Host
- USB-RS232 Device (based on CDC Device demo)

Podporované obvody jsou:

- AT90USB1286
- AT90USB1287
- AT90USB646
- AT90USB647
- AT90USB162
- AT90USB82
- ATmega16U4
- ATmega32U4

Knihovna V-USB řeší/realizuje/projekty:

- CDC Device
- Keyboard and Mouse Device
- USB-RS232 Device (based on CDC Device demo)
- AVR-CDC[175]

40.7.6. Manipulace s bity

*

Odkazy:
- Bitmanipulation[176] na mikrocontroller.net [německy]
- AVR GCC Tutorial (1) – Basic I/O Operations[177]
-
-

Práce s jednotlivými bity a částmi bajtu má svá úskalí. A o tom se pokouším rozepsat.

Ve strojovém kódu, a tím pádem assembleru, máme instrukce: sbrc, sbrs, SBIC, SBIS, sbi, cbi, bst, bld, ...

40.7.6.1. Makra pro bitové operace

Odkazy na projekty:
- Makra pro bitové operace[178]

```
#define BIT(x) (1 << (x))
#define SETBITS(x,y) ((x) |= (y))
#define CLEARBITS(x,y) ((x) &= (~(y)))
#define SETBIT(x,y) SETBITS((x), (BIT((y))))
#define CLEARBIT(x,y) CLEARBITS((x), (BIT((y))))
#define BITSET(x,y) ((x) & (BIT(y)))
#define BITCLEAR(x,y) !BITSET((x), (y))
#define BITSSET(x,y) (((x) & (y)) == (y))
#define BITSCLEAR(x,y) (((x) & (y)) == 0)
#define BITVAL(x,y) (((x)>>(y)) & 1)
```

40.8. Arduino

* ***Attributy:*** *id="Arduino"*

Odkazy:
- arduino[179] na Google Code
- Arduino[180] na CS Wikipedii
- Arduino: První program - blikání LED[181] na blogu Techdot.EU
- The World Famous Index of Arduino & Freeduino Knowledge[182]
- Arduino Development Using NetBeans IDE[183] — takové Arduino bez Arduina
- Arduino: The Documentary[184] (film)
- arduino.tw[185] (čísky)
-

Články:
- Série článků[186] na ROOT.CZ [2010-08-12]
- Overclocking to 22.1184MHz[187]
- Temperature Sensor + Arduino[188] [2008-07-05] (LM35)
-

Knihy:
- Practical Arduino[189]
- Arduino Cookbook[190] Pub. Date: 2011-03-29, ISBN: 978-0-596-80247-9

-
-
-

Tutoriály a výukové materiály:

- Arduino Tutorial[191]
- Arduino & Microcontroller Workshop[192] (MIDI)
-

Kde koupit:

- Snail Instruments[193] [CZ] [2010-09-08]
- HW Kitchen[194] — Open Source Electronics Cooking [2010-09-08]
- CzechDUINO.cz[195] český obchod s Arduinem a příslušenstvím
- Freeduino nano V1.0 with ATMEGA328P-AU[196]
- Adafruit Industries[197]
- PJRC[198]
- The Jee Labs Shop[199] (JeeNode)
- SparkFun[200]
- Sanguino v1.0 PCB[201] v MakerBot STORE
- TINKER SOUP[202] [2011-03-25] DE €
-
-

Blogy které se alespoň částečně věnují Arduinu:

- Harvie píše blog[203] [2008]
- ArduinoRS.net O primeiro site brasileiro dedicado ao Arduino[204]
-
-

Zajímavé konstrukce:

- A credit card sized Ethernet Arduino compatable controller board[205]
- The Arduino AA Undershield[206] s obvodem MAX756
-
- Arduino Frequency Counter Library[207]
- Arduino Realtime Audio Processing[208]
- Input Channel Extender[209]
- Bitlash Online[210] — interpretovaný shell
- A credit card sized Ethernet Arduino compatable controller board[211] — založeno na chipu ENC28J60-DIL
- Building a hygrometer with a HS1101[212]
-

Arduino je softwarová a hardwarová platforma. Po hardwarové stránce se jedná o minimální konfiguraci postavenou okolo procesoru Atmel ATmega328 nebo podobného. Existují i implementace pro procesory v pozdrech s velkým počtem vývodů. Po softwareové stránce je Arduino vývojové prostředí (IDE) naprogramované v Javě, které generuje přímo binární kód a nahrává jej do mikrořadiče po sériové lince. Arduino tedy nepoužívá ISP.

Samotný název získalo Arduino po Italském králi Arduinovi[213].

Nezatříděné odkazy:

- Rhyduino - Arduino via Managed Code[214]
-

Obrázek 40-24. Zapojení vývodů podle MCU ATmega328

```
                                    +----+  +----+
               (PCINT14/RESET) PC6-| 1  +--+  28|-PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)--a5
   rx/d0 --------(PCINT16/RXD) PD0-| 2        27|-PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)--a4
   tx/d1 --------(PCINT17/TXT) PD1-| 3        26|-PC3 (ADC3/PCINT11)------a3
      d2 -------(PCINT18/INT0) PD2-| 4        25|-PC2 (ADC2/PCINT10)------a2
(PWM) d3 --(PCINT19/OC2B/INT1) PD3-| 5        24|-PC1 (ADC1/PCINT9)-------a1
      d4 -----(PCINT20/XCK/T0) PD4-| 6        23|-PC0 (ADC0/PCINT8)-------a0
                               Vcc-| 7        22|-GND (?AGND)
                               GND-| 8        21|-AREF
          (PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6-| 9        20|-AVcc
          (PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7-|10        19|-PB5 (SCK/PCINT5)--------d13 (LED)
(PWM) d5 ----(PCINT21/OC0B/T1) PD5-|11        18|-PB4 (MISO/PCINT4)-------d12
(PWM) d6 ---PCINT22/OC0A/AIN0) PD6-|12        17|-PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)--d11 (PWM)
      d7 -------(PCINT23/AIN1) PD7-|13        16|-PB2 (SS/OC1B/PCINT2)----d10 (PWM)
(PWM) d8 ---(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0-|14        15|-PB1 (OC1A/PCINT1)-------d9  (PWM)
                                    +------------+
```

40.8.1. Instalace

*

Integrované vývojové prostředí Arduino je napsáno v Javě. Musíme tedy mít na počítači běhové prostředí javy nainstalováno. Na stránce Download the Arduino Software[215] si vybereme balíček podle operačního systému a stáhneme.

40.8.2. Tutoriál

*

Odkazy:

- eNTý raNTs Arduino - seznámení[216], Arduino - první projekt[217] [2008-11-13]
- Arduino 5 Minute Tutorials[218]
-
-

tronixstuff tutoriál:

- Getting started with Arduino! – Chapter Zero[219]
- Getting Started with Arduino! – Chapter One[220]
- Getting Started with Arduino! – Chapter Two[221]
- Getting Started with Arduino! – Chapter Three[222] [2010-04-20]
- Getting Started with Arduino! – Chapter Four[223] [2010-04-30] (74HC595)
- Getting Started with Arduino! – Chapter Five[224] [2010-05-06]
- Getting Started with Arduino! – Chapter Six[225] [2010-05-14] (7 segment led)
- Getting Started with Arduino! – Chapter Six addendum[226]
- Getting Started with Arduino! – Chapter Seven[227] [2010-05-20] (BCD, I2C, DS1307)
- Getting Started with Arduino! – Chapter Eight[228] [2010-05-26] (DS1307)
- Getting Started with Arduino! – Chapter Nine[229] [2010-06-06] (LED matrix, 74HC505,)
- Getting Started with Arduino – Chapter Ten[230]
- Getting Started with Arduino – Chapter Eleven[231]
- Getting Started with Arduino – Chapter Thirteen[232] [2010-07-24]
- Moving Forward with Arduino – Chapter 14 – XBee introduction[233] [2010-08-06]
- Moving Forward with Arduino – Chapter 15 – RFID Introduction[234] [2010-08-18]

Odkazy:

- Tutorial 10 for Arduino: Interrupts + Debouncing[235]
-

Kostra programu sestáva ze dvou funkcí, funkce `setup`, která se volá jen jednou v rámci startování programu, a funkce `loop` která se opakovaně volá v nekonečné smyčce. Toto je princip fungování většiny sketchů na arduinu.

```
void setup(void)
{
}

void loop(void)
{
}
```

Abychom si mohli napsat první malý zkušební program, potřebujeme znát ještě tři knihovní funkce. První je funkce pinMode, tato nastaví příslušný pin jako výstupní (`OUTPUT` nebo vstupní (`INPUT`). Druhá funkce je digitalWrite, která zapíše digitální hodnotu na výstupní pin. Poslední je delay, která pozastaví vykonávání programu na zadaný počet milisekund. Nyní již máme vše a můžeme napsat první program.

```
int    ledPin = 13;     // Interní led
int    value;

void setup(void)
{
        pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop(void)
{
        value = digitalRead(ledPin);
 value = value==HIGH ? LOW : HIGH;
 digitalWrite(ledPin, value);
        delay(500);
}
```

40.8.2.1. Čtení digitální hodnoty z pinu a zápis

Odkazy:

- Ready, Set, Oscillate! The Fastest Way to Change Arduino Pins[236]
-

Arduino má řadu nožiček označených d2-d13. Jedná se o digitální vstupy a výstupy. Pomocí těchto nožiček můžeme číst digitální informaci z okolí, například je-li stisknuto tlačítko. A naopak je můžeme použít jako výstupní a například rozsvítit LED diodu. Abychom věděli jak funkce použít, musíme mít alespoň základní představu jak digitální vstupy a výstupy v mikrořadiči fungují.

Nejdříve potřebujeme nakonfigurovat pin a oznámit hardwéru jestli jej chceme mít jako vstupní nebo výstupní. To uděláme pomocí volání funkce pinMode. Například když budeme chtít blikat se zabudovanou LED diodou v Boarduinu, která je připojená na d13, nastavíme si pin 13 jako výstupní.

```
int ledPin = 13;

void setup(void)
{
        pinMode(ledPin, OUTPUT);
```

```
}
```

V této chvíli již můžeme s LED diodou svítit.

```
digitalWrite(ledPin, HIGH);
```

A nyní si připojme tlačítko ke vstupu d12.

```
int tlacitkoPin = 12;
```

A ukážeme si malý program, který čte tlačítko a podle toho co přečtě tak rozsvítí LED diodu.

```
int ledPin = 13;  // Interní LED dioda
int tlacitkoPin = 2;

void setup(void) {
        pinMode(ledPin, OUTPUT);
        pinMode(tlacitkoPin, INPUT);
}

void loop(void) {
        digitalWrite(ledPin, digitalRead(tlacitkoPin));
        delay(100);
}
```

Ačkoliv máme k dispozici nej digitální piny 2-13, můžeme stejným způsobem použít i analogové piny a0-a5. Ty jsou číslovány v řadě digitálních pinů jako d14-d19. Pokud používáte jinou variantu Arduina, například Sanguino, podívejte se do dokumentace jak a které piny můžete použít. V následujícím ukázce zablikám LED diodou připojenou na a5.

```
int ledPin = 19;
void setup(void) {
        pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop(void) {
        digitalWrite(ledPin, !digitalRead(ledPin));
 delay(500);
}
```

40.8.2.2. Zvuk

Přímo v základní knihovně, určitě to má Arduino 18, jsou funkce tone, a noTone. První z funkcí generuje tón o stanoveném kmitočtu na daném pinu. Délka tónu je buďto předána jako třetí parametr tone, nebo zní tón pořád dokud není vypnut funkcí noTone. Pomocí těchto funkcí můžeme generovat najednou jen jeden tón.

40.8.2.3. Přerušení

Odkazy:

- Arduino Interrupts[237] na μC Hobby
- AVR data sheets[238]
- <avr/interrupt.h>: Interrupts[239]
-

V procesorech Atmel jenž jsou srdcem Arduina máme řadu dedikovaných hardawrových bloků které plní specializované úlohy. Jsou to například sériový komunikační modul (USART), modul I^{2}C sběrnice, modul SPI, čítače/časovače. Všechny tyto bloky mohou vyvolávat různá přerušení. Nejen tyto bloky, ale přerušení může být vyvoláno i změnami digitálních vstupů. Celý systém přerušení existuje proto, aby jednotlové části hardware mohli "přitáhnout pozornost" procesoru a býti přednostně a rychle obslouženy. Například hlavní program provádí dlouhý výpočet, a jednotka časovače vyvolá přerušení. Procesor zanechá vykonávání hlavního výpočtu a provede kód obsluhy přerušení časovače. Poté se procesor vrátí k hlavnímu výpočtu a pokračuje v práci kde byl přerušen.

V kódu zapisujeme proceduru/funkci obsluhy přerušení podle následující předlohy. Jako parametr makra ISR uvedeme název vektoru přerušení, který chceme obsloužit.

```
ISR(přerušovací_vektor) {
    kód obsluhy přerušení
}
```

> **Varování**
>
> Jeden vektor přerušení může ukazovat jen na jednu funkci/proceduru obsluhy přerušení.

```
#include <avr/interrupt.h>
byte v, dv;

ISR(TIMER2_OVF_vect) {
        TCNT2 = dv;
        PORTD = v;
}
```

V MCU ATmega328 a ATmega168 jsou tři čítače/časovače. Jeji propojení s piny a možnosti jsou následující:

Timer0

Systémový časovač, PWM na pinech d5 a d6

Tento čítač/časovač se používá k sledování času. Používá jej například funkce millis. Rovněž je tento čítač/časovač použit ke generování PWM signálu na pinech d5 a d6.

Timer1

Generuje PWM na pinech d9 a d10

Timer2

Generuje PWM na pinech d3 a d11

Ačkoli jsou užity všechny čítače/časovače, jen Timer0 má k přerušení přiřazenu přerušovací rutinu.

Použití čítače/časovače Timer2

```
#define TIMER_CLOCK_FREQ 2000000.0    // 16MHZ / 8

unsigned char SetupTimer2(float timeoutFrequency) {
        unsigned char result;

        result = (int)((257.0-(TIMER_CLOCK_FREQ/timeoutFrequency))+0.5);

        TCCR2A = 0;
        TCCR2B = 0<<CS22 | 1 <<CS21 | 0<<CS20;
```

```
        TIMSK2 = 1<<TOIE2;   // Timer2 Overflow Interrupt Enable
        TCNT2 = result;         // load the timer fot its first cycle

        return(result);
}
```

Zápis procedury volané přerušením od časovače.

```
#define TOGGLE_IO 9

ISR(TIMER2_OVF_vect) {
        digitalWrite(TOGGLE_IO, !digitalRead(TOGGLE_IO));

        latency = TCNT2;
 TCNT2 = latency + timerLoadValue;
}
```

Ukázka kódu z gonium.net

* *http://gonium.net/md/2006/12/23/arduino-timer-interrupt/*

```
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/io.h>

#define INIT_TIMER_COUNT 6
#define RESET_TIMER2 TCNT2 = INIT_TIMER_COUNT

int ledPin = 13;
int int_counter = 0;
volatile int second = 0;
int oldSecond = 0;
long starttime = 0;

// Aruino runs at 16 Mhz, so we have 1000 Overflows per second...
// 1/ ((16000000 / 64) / 256) = 1 / 1000
ISR(TIMER2_OVF_vect) {
        RESET_TIMER2;
        int_counter += 1;
        if (int_counter == 1000) {
                second+=1; int_counter = 0;
        }
};

void setup() {
        Serial.begin(9600);
        Serial.println("Initializing timerinterrupt");
        //Timer2 Settings: Timer Prescaler /64,
        TCCR2A |= (1<<CSS22);
        TCCR2A &= ~((1<<CS21) | (1<<CS20));
        // USe normal mode
        TCCR2A &= ~((1<<WGM21) | (1<<WGM20));
        // Use internal clock - external clock not used in Arduino
        ASSR |= (0 << AS2);
        //Timer2 Overflow Interrupt Enable
        TIMSK2 |= (1<<TOIE2) | (0 << OCIE2A);

        sei();
```

```
        //Timer2 Overflow Interrupr Enable
        TIMSK2 =
        Serial.print(millis() - starttime);
        Serial.println(".");
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(ledPin, LOW);
        oldSecond = second;
}
}
```

40.8.2.4. Čítače/časovače

* *V této sekci shromažďuji informace a podklady pro článek o použití časovačů k přerušení a měření času.*
* *Z projektu "clock" DCF77.*

```
// SETUP
        //Timer2 Settings: Timer Prescaler /64.
        TCCR2B |= (1<<CSS22);    // turn on CSS22 bit
        TCCR2B &= ~((1<<CS21) | (1<<CS20)); // turn off CS21 and CS20 bits
        // Use normal mode
        TCCR2A &= ~((1<<WMG21) | (1<<WMG20));   // turn off WMG21 and WMG20 bits
        TCCR2B &= ~(1<<WMG22);          // turn off WMG22
        // Use internal clock - external clock not used in Arduino
        ASSR |= (0<<AS2);
        TIMSK2 |= (1<<TOIE2) | (0<<OCIE2A);   // Timer2 Overflow Interrupt Enable

        RESET_TIMER2;

        attachInterrupt(0, int0handler, CHANGE);
```

Kód obsluhy přerušení od přetečeného časovače TIMER2

```
/**
 * The interrupt routine for counting seconds - increment hh:mm:ss.
 */
ISR(TIMER2_OVF_vect) {
    RESET_TIMER2;
    tick_counter += 1;
    if (tick_counter == 1000) {
        ss++;
        if (ss==60) {
            ss=0;
            mm++;
            if (mm==60) {
                mm=0;
                hh++;
                if (hh=24) {
                    hh=0;
                }
            }
        }
        tick_counter = 0;
    }
}
```

Chceme-li generovat přerušení v pravidelných intervalech a toto přerušení obsluhovat vlastním kódem, můžeme vyjít z následující ukázky.

* *Ukázka je ve stádiu psaní a ladění!*

```
void setup() {
    ...
    /*
     * Setup Timer2 to interrupt mode with no PWM.
     */
    noInterrupts();
    // Use internal clock from clkI/O. Must be set before TCNT2,
    // OCR2A, OCR2B, TCCR2A and TCCR2B, because of possible
    // corruption of these!  Better to write in sequence and not
    // in one command because of datasheet!
    ASSR &= ~(1<<EXCLK);    // EXCLK=0
    ASSR &= ~(1<<AS2);      // AS2=0
    // Clock Select = clkT2S/1024 (From prescaler) [CS2 2:1:0 = 111]
    TCCR2B |= 0b00000111;   // clkT2S is 16MHz/1024 = 15625Hz
    // Waveform Generation = CTC [WGM2 2:1:0 = 010]
    TCCR2A &= 0b11111010; TCCR2A |= 0b00000010
    TCCR2B &= 0b11110111;
    // Compare Match Output A and B Mode = Normal  [COM2A1:0 COM2B1:0 = 0000]
    TCCR2A &= 0b00001111;
    // Set TOP
    OCR2A = 38; // TOP value for mode CTC. Should generate 400Hz
    // Allow interrupt only from Timer2 Compare A Match.  Overflow
    // does not work as I expected initially.
    // OCIE2B=0, OCIE2A=1, TOIE2=0
    TIMSK2 = 0b00000010;
    // Clear the Timer/Counter2 Interrupt Flags
    TIFR2 = 0b00000000;
    interrupts();
    ...
}
```

Obsluha přerušení

```
ISR(TIMER2_COMPA_vect, ISR_NOBLOCK) {
    ... udělej co musíš ale snaž se co nejrychleji
}
```

40.8.2.5. Typy hodnot

*

Tabulka 40-30.

typ	bytes	rozsah	užití
int	2	-32768 až 32767	
unsigned int	2	0 až 65535	kladná čísla
long	4	-2147483648 až 2147483647	velmi velké čísla
unsigned long	4	0 až 4294967295	velmi velké kladné celé čísla

typ	bytes	rozsah	užití
float	4	3.4028235E+38 až -3.4028235E+38	čísla s pohyblivou řádovou čárkou
double	4	stejně jako float	na Arduinu je double jen jiné jméno pro float
boolean	1	false (0) nebo true (1)	reprezentuje logické hodnoty
char	1	-128 až 127	reprezenruje znak, také reprezentuje číslo se znaménkem.
byte	1	0 až 255	podobně jako char ale pro hodnoty bez znaménka
string			řetezec znaků char
void			

40.8.2.6. Sériová UART komunikace

*

Na Arduinu a jeho odvozeninách s malými (co do počtu vývodů) procesory je jen jedno sériové rozhraní. Na Arduinu Mega jsou další tři.

Tabulka 40-31.

port	TX pin	RX pin
Serial	1	0
Serial1	18	19
Serial2	16	17
Serial3	14	15

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

int number = 0;

void loop() {
    Serial.print("");
    Serial.println(number);
    number++;
    delay(500);
}
```

Na straně počítače můžeme v Linuxu požít tyto programy:

- CuteCom[240]
- The moserial Project[241]
- Putty[242]
- screen[243]
- minicom[244]
- gkterm[245]
-

```
Serial.println(chrValue, BYTE);
```

```
Serial.println(chrValue, DEC);
Serial.println(chrValue, HEX);
Serial.println(chrValue, OCT);
Serial.println(chrValue, BIN);
```

40.8.3. Jak nahrát program/sketch

Odkazy:
- Burning sketches to the Arduino board with an external programmer[246]
-

Standardním způsobem jak dostat sketch do arduina je použít USB/Serial připojení které využívá bootloaderu nahraného v čipu.

Pokud chceme nahrávat sketche pomocí ISP konektoru a programátoru, musíme si upravit konfiguraci. To znamená ručně editovat soubor `~/.arduino/preferences.txt`. V tomto souboru vyhledáme řádek s volbou `upload.using` a přepíšeme hodnotu podle toho jaký programátor máme. Seznam podporovaných programátorů je v souboru `hardware/arduino/programmers.txt` v distriubuci IDE Arduino. V mém případě, kdy jsem si postavil programátor na základě arduina jsem tam uvedl:

```
upload.using=arduinoisp
```

Pokud se budeme chtít opět vrátit k sériovému bootloaderu, vrátíme volbu `upload.using` na původní hodnotu.

```
upload.using=bootloader
```

Musíme také nahrát do čipu bootloader!

40.8.4. Jak to funguje

```
int main() {
    init();
    setup();
    for (;;)
        loop();
    return 0;
}
```

Funkce `setup` a `loop` definujeme sami.

40.8.5. Standardní funkce

Odkazy:
- Language Reference[247]
-

Tato část obsahuje popis některých funkcí.

analogRead

Jméno

`analogRead` — Čte analogovou hodnotu z analogového pinu

Přehled

```
void analogRead(int pin);
```

pin

Číslo analogového pinu ze kterého se čtě napětí. Na většině konstrukcí je to 0-5, na Arduino Mini a Nano je to 0-7 a na Mega je to 0-15.

Popis

Funkce čtě napětí na analogovém pinu. Napětí v intervalu 0 až referenční napětí (vybrané voláním analogReference) se převádí na číslo v rozsahu 0 až 1023. Doba převodu trvá asi 100 μs, a maximální počet čtení za sekundu je asi 10 000.

Příklad

* *Tento příklad je opsaný, zatím jsem jej nezkoušel.*

```
int analogPin = 3;
int val = 0;

void setup()
{
        Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
        val = analogRead(analogPin);
        Serial.println(val);
}
```

Odkazy

Související informace: analogReference, analogWrite, map

- analogRead()[1]
- Analog Input Pins[2]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogRead
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

analogReference

Jméno

`analogReference` — Vybírá referenční napětí pro A/D převodník

Přehled

```
void analogReference(type);
```

Funkce nastavuje vybrané referenční napětí pro potřeby A/D převodníku. Možné hodnoty jsou

- `DEFAULT` — jako reference je použito napájecí napětí (5 nebo 3,3V podle konstrukce)
- `INTERNAL` — je použit interní generátor referenčního napětí (1,1V na ATmega168/328, 2,56V na ATmega8)
- `INTERNAL1V1` — vestavěný zdroj referenčního napětí 1.1V (pouze na Arduino Mega)
- `INTERNAL2V56` — vestavěný zdroj referenčního napětí 2.56V (pouze na Arduino Mega)
- `EXTERNAL` — je použito externí referenční napětí, přivedené na pin AREF

Popis

Varování

Pokud máme zapojen externí zdroj referenčního napětí, musíme to oznámit Arduinou voláním `analogReference(EXTERNAL)` předtím než provedeme analogRead! Jestli to neuděláme, uvedeme vnitřní zdroj referenčního napětí do skratu z externím zdrojem.

Odkazy

Související informace: analogRead, analogWrite

- analogReference()[1]
- Analog Input Pins[2]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogReference
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

analogWrite

Jméno

`analogWrite` — Write an analog value (PWM wave) to a pin

Přehled

```
void analogWrite(int pin, int value);
```

Posílá na pin analogový signál ve formě PWM. Hodnota *`value`* je v rozsahu 0 (vypnuto) až 255 (plně zapnuto).

Parametr *`pin`* smí nabývat na Arduinu jen hodnot 9, 10 a 11. Souvisí to s tím, že jen k těmto pinům jsou připojeny obvody generování PWM signálu. Na jiných mikropočítačích ATmega to mohou být jiné piny, a může jich být také jiný počet.

Popis

Pomocí analogWrite můžeme Arduinem generovat analogový signál. Mikropočítač ATmega použitý v Arduinu nemá analogový výstup. Analogový signál se vytváří integrováním PWM signálu na kondenzátoru. Funkce `analogWrite` zajišťuje tedy generování PWM signálu o stanovené střídě.

Protože se PWM signál generuje pomocí vnitřních obvodů čítačů/časovačů, můžeme použít jen takové piny, na které je signál `OCn` mikropočítače vyveden.

PWM signál je generovaný na kmitočtu cca 490Hz.

PWM signál generovaný na pinech 5 a 6 je v konfliktu s funkcemi milis() a delay.

Tabulka 40-1.

čip	PWM piny
ATmega8	d9,d10,d11
ATmega168	3, 5, 6, d9,d10,d11
ATmega328	3, 5, 6, d9,d10,d11
Arduino Mega	2 — 13

```
int pin = 11;   // LED
int pulseWidth = 127;   // Libovolná hodnota mezi 0 až 255

void setup()
```

```
{
        /* pro analogWrite není potřeba žádné inicializace */
}

void loop()
{
        analogWrite(pin, pulseWidth);
}
```

Odkazy

Související informace: digitalWrite, map, pinMode

- analogWrite()[1]
- Arduino Pulse Width Modulation[2]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogWrite
2. http://principialabs.com/arduino-pulse-width-modulation/

attachInterrupt

Jméno

`attachInterrupt` — Aktivuje funkci obsluhy přerušení na externí přerušení

Přehled

```
void attachInterrupt(int pin, function, int mode);
```

mode

konfiguruje zdroj přerušení. Máme čtyři možné hodnoty:

- `LOW` způsobí přerušení když je na pinu logická 0
- `CHANGE` způsobí přerušení kdykoliv se na pinu změní logická hodnota
- `RISING` způsobí přerušení jen při změne logické hodnoty z 0 na 1
- `FALLING` způsobí přerušení jen při změně logické hodnoty z 1 na 0

Popis

Příklad

* *Tento příklad je opsaný, zatím jsem jej nezkoušel.*

```
int pin = 13;
volatile int state = LOW;

void setup(void)
{
        pinMode(pin, OUTPUT);
        attachInterrupt(0, blink, CHANGE);
}

void loop(void)
{
        digitalWrite(pin, state);
}

void blink(void)
{
        state = !state;
}
```

Odkazy

Související informace: Arduino.detachInterrupt;, interrupts, noInterrupts

- attachInterrupt()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt

constrain

Jméno

`constrain` — omezení homtervalu

Přehled

```
long constrain(long value, long low, long high);
```

- *value* — hodnota k omezení
- *low*, *high* — dolní a horní hodnota intervalu

Popis

Funkce omezuje číslo do zadaného intervalu.

Příklad

Tento příklad ukazuje použití funkce `constrain`.

*

```
void loop() {
    int val = analogRead(0);
    val = constrain(val, 10, 150);
    ...
}
```

Odkazy

Související informace: max, Arduino.ref.min;

- constrain()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Constrain

delay

Jméno

`delay` — Spozdí vykonávání programu a zadaný počet milisekund

Přehled

```
void delay(int miliseconds);
```

Parametr *delay* určuje dobu čekání v milisekundách.

Popis

```
void loop()
{
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    delay(1000);
}
```

Odkazy

Související informace: Arduino.noDelay;

- delay()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Delay

detachInterrupt

Jméno

`detachInterrupt` — Odpojí funkcy obsluhy přerušení

Přehled

```
void detachInterrupt(int interrupt);
```

interrupt
: číslo přerušení (0 nebo 1).

Popis

Příklad

Odkazy

Související informace: attachInterrupt, interrupts, noInterrupts

- detachInterrupt()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/DetachInterrupt

digitalRead

Jméno

`digitalRead` — Reads value from specified digital pin

Přehled

```
int digitalRead( pin );
```

*

Popis

```
void loop()
{
    button = digitalRead(12);
    ⋮
}
```

Odkazy:

Související informace: digitalWrite, pinMode

- 40.8.2.1
- digitalRead[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/DigitalRead

digitalWrite

Jméno

`digitalWrite` — Write digital value to pin

Přehled

```
void digitalWrite(pin, value);
```

Funkce nastavuje digitální pin na logickou hodnotu.

Popis

```
int ledPin = 11;

void setup()
{
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop()
{
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
}
```

Odkazy

Související informace: analogWrite, digitalRead, pinMode

- digitalWrite()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/DigitalWrite

interrupts

Jméno

`interrupts` — Znovu povolí přerušení

Přehled

```
void interrupts(void);
```

Popis

Příklad

* *Tento příklad je opsaný, zatím jsem jej nezkoušel.*

```
void setup() {}

void loop()
{
        noInterrupts();
        interrupts();
}
```

Odkazy

Související informace: attachInterrupt, Arduino.detachInterrupt;, noInterrupts

- interrupts()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Interrupts

map

Jméno

`map` — mapování hodnoty z jednoho rozsahu do jiného

Přehled

```
long map(long value, long fromLow, long fromHigh, long toLow, long toHigh);
```

- *value* — hodnota k převední
- *fromLow*, *fromHigh* — dolní a horní hodnota intervalu z kterého se převádí
- *toLow*, *tohigh* — dolní a horní hodnota intervalu do kterého se převádí

Popis

Funkce mapuje číslo z jednoho rozsahu na druhý. Ppkud potřebujeme převést hodnotu v jedné soustvě do jiné soustavy, musíme si napsat příslušné rovnice a z nich odvodi převodní funkci. Pro usnadnění tohoto úkolu máme k dispozici funkci `map`.

Příklad

Tento příklad ukazuje použití funkce `map` při převodu analogové hodnoty. Čtená hodnota je v rozsahu <0, 1023> a potřebujeme ji převést (namapovat) na rozsah <0, 255>.

*

```
void setup() {
}

void loop() {
    int val = analogRead(0);
    val = map(val, 0, 1023, 0, 255);
    analogWrite(9, val);
}
```

Zajímavou možností je otočit intervaly. Tím myslím zápis:

```
int val = analogRead(0);
val = map(val, 0, 1023, 255, 0);
analogWrite(9, val);
```

Tedy nejnižší hodnou ze vstupního intervalu mapujeme na nejvyšší hodnotu výstupního intervalu. To znamená že když se vstupní hodnota zvetěšuje, výstupní hodnota klesá.

Dodatek

Pro zajímavost, funkce `map` je definována takto

```
long map(long x, long in_min, long in_max, long out_min, long out_max) {
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
```

Odkazy

Související informace: Arduino.constrain;

- map()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Map

max

Jméno

`max` — výběr největšího ze dvou čísel

Přehled

```
long max(long x, long y);
```

Popis

Toto volání vybírá největší ze dvou čísel. Obvykle se volání `max` implementuje jako makro. Z toho vyplývá, že nevíme v jakém pořadí a kolikrát budou jeho argumenty vyhodnocovány.

Příklad

```
val = max(value, 100);
```

Odkazy

Související informace: constrain, min

- max()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Max

millis

Jméno

`millis` — Počet milisekund od posledního restartu

Přehled

```
unsigned long millis(void);
```

Funkce nemá žádný parametr. Jako návratovou hodnotu vrací počet milisekund který uplynul od posledního restartu.

Popis

Příklad

*

Odkazy

Související informace: interrupts, noInterrupts

- attachInterrupt()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt

min

Jméno

`min` — výběr nejmenšího ze dvou čísel

Přehled

```
long min(long x, long y);
```

Popis

Toto volání vybírá nejmenší ze dvou čísel. Obvykle se volání `min` implementuje jako makro. Z toho vyplývá, že nevíme v jakém pořadí a kolikrát budou jeho argumenty vyhodnocovány.

Příklad

```
val = min(value, 100);
```

Odkazy

Související informace: constrain, max

- min()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Min

noInterrupts

Jméno

`noInterrupts` — Zakáže přerušení

Přehled

```
void noInterrupts(void);
```

Popis

Příklad

* *Tento příklad je opsaný, zatím jsem jej nezkoušel.*

```
void setup() {}

void loop()
{
        noInterrupts();
        Interrupts();
}
```

Odkazy

Související informace: attachInterrupt, Arduino.detachInterrupt;, interrupts

- noInterrupts()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/NoInterrupts

noTone

Jméno

`noTone` — Zastaví generování zvuku na pinu

Přehled

```
void noTone(int pin);
```

pin

Parametr *pin* je vývod na kterém je generován tón.

Popis

Odkazy

Související informace: tone

- noTone()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/NoTone

pinMode

Jméno

`pinMode` — Konfiguruje zadaný pin buď to jako vstupní nebo výstupní

Přehled

```
void pinMode(pin, mode);
```

Parametr *pin* určuje vývod který konfigurujeme. Parametr *mode* může být `INPUT`, když chceme pin jako vstupní, nebo `OUTPUT`, když jej chceme nakonfigurovat jako výstupní.

Popis

Funkce konfiguruje pin jako vstupní nebo výstupní. Jako vstupní nebo výstupní můžeme konfigurovat všechny digitální piny a většinu analogových. Na běžném Arduinu všechny analogové.

> **Poznámka:** Při zapnutí Arduina jsou všechny piny standardně nastaveny jako vstupní..

```
int ledPin = 11;
int buttonPin = 10;

void setup(void)
{
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop(void)
{
    digitalWrite(ledPin, digitalRead(buttonPin));
}
```

Odkazy

Související informace: digitalRead, digitalWrite

- pinMode()[1]
- Digital Pins[2]
- Analog Input Pins[3]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/PinMode
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins
3. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

tone

Jméno

`tone` — Generates a square wave of the specified frequency (and 50% duty cycle) on a pin

Přehled

```
void tone(pin, frequency);
```

```
void tone(pin, frequency, duration);
```

Parametr *pin* určuje vývod na kterém bude generován tón. Parametr *frequency* pak kmitočet tónu v Hz. Pokud je použit i třetí parametr *duration*, tak udává dobu trvání tónu v milisekundách.

Popis

Funkce generuje tón jenž má obdélníkový průběh a střídu 50%. Pokud použijeme variantu bez parametru *duration*, funkce nastaví hardware pro generování tónu a hned se vrátí. Tón zní, dokud jej nezměníme dalším voláním `tone` na ten samý pin, nebo dokud nezavoláme funkci `noTone`. Pokud použijeme variantu volání se třemi parametry, přehrává se tón tak dlouho jak jsme nastavili ve třetím parametru *duration*.

> **Varování**
>
> Použití funkce `tone` je v konfliktu s použitím PWM na pinech 3 a 11.

Odkazy

Související informace: Arduino.noTone;

- tone()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/Tone

40.8.6. Knihovny

40.8.6.1. Servo

Odkazy:

- Arduino Examples ⟶ Servo Library[271]
- Open source software from TinkerLondon.com and Tinker.it[272] (TrueRandom, Cantarino, DmxSimple, Auduino, Liquidware Touchshield demo, Firmata for the Ethernet Shield)
-
-

Knihovna pro práci se servomotory

```
// by BARRAGAN <http://barraganstudio.nom>
#include <Servo.h>
Servo myservo;          // create servo object
int pos = 0;            // servo position

void setup() {
    myservo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9
}

void loop() {
    for (pos = 0; pos < 180; pos += 1) {
        myservo.write(pos);
        delay(15);
    }
    for (pos = 180; pos >=1; pos -= 1) {
        myservo.write(pos);
        delay(15);
    }
}
```

Knihovná má 6 funkcí, které dále popíši.

attach

Jméno

`attach` —

Přehled

```
void attach(int pin);
void attach(int pin, int min, int max);
```

Funkce připojí objekt servo k zadanému digitálnímu pinu *pin*. Parametry *min* a *max* určují šířku pulsu pro 0 stupňové natočení (min=544) a pro 180 stupňové natočení (max=2400).

Popis

read

Jméno

`read` — Read the current angle of the servo.

Přehled

```
int read();
```

Vrátí úhel natočení serva. Tedy poslední hodnotu zapsanou příkazem `write`.

Popis

Odkazy:

Související metody:

- Servo.read()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoRead

write

Jméno

`write` — Position servo at angle.

Servo

Přehled

```
void write(int angle);
```

Nastaví servo do úhlu *`angle`*. Úhle musí být v intervalu od 0 do 180, parametr je ve stupních.

Popis

Odkazy:

Související metody: Servo.read()

- Servo.write()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoWrite

writeMicroseconds

Jméno

`writeMicroseconds` — Writes a value in microseconds to the servo.

Servo

Přehled

```
void writeMicroseconds(int microseconds);
```

Na servo je poslán impulz dané délky *microseconds*. Délka impulzu určuje natočení serva. Pro standardní serva platí že 1000μs je natočení nejvíce v levo, a 2000μs je natočení nejvíce v pravo.

Popis

Odkazy:

Související metody: write()

- Servo.writeMicroseconds()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoWriteMicroseconds

40.8.6.2. Bitlash

* ***Attributy:*** *id="Bitlash"*

Odkazy:

- Bitlash Documentation Index[276]
-

Něco málo o velmi zajímavé a užitečné knihovně Bitlash a o jejím použití. Co to Bitlash je? Je to knihovna která v mikropočítači realizuje shell. Tedy takovou příkazovou řádku, ze které můžeme manipulovat s hardware mikropočítače, zadávat jednoduché skripty a v rámci paralelizmu i tyto "na pozadí" spouštět. Tedy věci do té doby nevídané.

Jak knihovnu použijeme? V principu na začátku sketche napíšeme potřebný `#include` a pak použijeme dvě volání. V rámci inicializace voláme `initBitlash` kterému jako parametr dáme komunikační rychlost sériového portu. Ve smyčce programu pak voláme `runBitlash`. Minimální kód tedy vypadá například takto.

```
#include "bitlash.h"

void setup(void) {
        initBitlash(57600);
}

void loop(void) {
        runBitlash();
}
```

40.8.6.3. HC595

*

Odkazy:

- Home of the hc595[277] on the github — má vlastní knihovna

- Using shift registers to extend the microcontroller I/O[278] — velmi podrobný článek popusující použití HC595 (výstup) a HC165 (vstup)

Tato knihovna řeší připojení jednoho (právě jednoho) čipu 595 k mikropočítači.

40.8.6.4. Arduino Tone Library

*

Odkazy:
- Arduino Tone Library[279]
-

Knihovna která dokáže na jednou generovat několik tónů, podle množství dostupných časovačů v mikropočítači. Její zjednodušená verze schopná hrát najednou jen jeden tón je přímo součástí vývojového prostředí arduina.

40.8.6.5. Serial

* ***Attributy:*** *id="Arduino.lib.Serial"*

Knihovna / třída `Serial` je standardní třídou jenž je přímo k dispozici, bez nutnosti importovat nějaký hlavičkový soubor.

Na Arduinou máme k dispozici nejméně jeden sériový port s hardwarowou podporou. Jako periferní zařízení je v datasheetu mikrořadiče označen kódem UART nebo USART. Je vyveden na piny d0 (RX, vysílání) a d1 (TX, příjem).

Přes tento, první, sériový port se arduino programuje. Pro potřeby ladění je na něm implementován sériový monitor. A můžeme jej použít ke komunikaci naší hotové aplikace s jiným počítačem či zařízením.

Jiné modely/varianty Arduina, ty s většími procesory, mohou mít další sériové porty. Tyto jsou zastoupeny objekty `Serial1`, `Serial2` a `Serial3`.

* *Zbývá popsat metody:*

- `flush`
- `print`
- `println`
- `write`

available

Jméno

`available` — Zjistí kolik znaku je v přijímacím bufferu

Serial

Přehled

```
int available();
```

Vrací počet přijatých znaků, které jsme si zatím nepřečetli.

Popis

Metoda slouží k zjištění, kolik znaků čeká na přečtení.

Příklady užití

*

```
int znak = 0;

void setup() {
        Serial.begin(9600);
}

void loop() {
        if(Serial.available() > 0) {
                znak = Serial.read();

                Serial.print("Prijal jsem: ");
                Serial.println(znak, DEC);
        }
}
```

Odkazy

Související informace: flush, read

- available()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Available

begin

Jméno

`begin` — Inicializace komunkačního hardware a nastavení přenosové rychlosti

Serial

Přehled

```
void begin(long speed);
```

Parametr *speed* určuje přenosovou/modulační rychlos v baudot. Pro komunikaci s počítačem použijte jednu z hodnot: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 a 115200. Ale můžete nastavit i jinou rychlost.

Popis

Metoda slouží k otevření sériového portu a nastavení komunikační rychlosti.

Příklady užití

*

```
void setup(void) {
        Serial.begin(9600);     // otevře sériový port a nastaví rychlost 9600 bps
}
```

Odkazy

Související informace: end

- begin()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Begin

end

Jméno

`end` — Ukončuje/zakazuje sériovou komunikaci na portu

Serial

Přehled

```
void end();
```

Metoda nemá žádný parametr a ani nevrací žádnou hodnotu.

Popis

Metoda slouží k ukončení sériové komunikace na portu.

Odkazy

Související informace: begin

- end()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/End

flush

Jméno

`flush` — Vyprázdní vstupní buffer

Serial

Přehled

```
void flush();
```

Metoda nemá žádný parametr a ani nevrací žádnou hodnotu.

Popis

Volání `flush` maže/vyprazdňuje vstupní buffer. Všechny znaky, které v něm byly a čekaly na přečtení, jsou nenávratně ztraceny.

Odkazy

Související informace: available, read

- flush()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Flush

print

Jméno

`print` — Vypíše informace v textové podobě na sériový port

Serial

Přehled

```
void print(data);
void print(data, format);
```

Metoda má jeden až dva parametry.

data

Hodnota která se vypisuje. Může to být celočíselná hodnota, reálné číslo, nebo řetezec. Funkce sama rozpozná co jí předáváme. V případě čísla můžeme, ale nemusíme, přídat formátovací parametr.

format

Určuje jakým způsobem se číslo bude formátovat. Pro celá čísla můžeme použít formátovací hodnoty: `BYTE`, `BIN`, `OCT`, `DEC` a `HEX`. První volba převádí číslo na ascii znak. Zbylé čtyři volby vypisují číslo v binárním, oktalovém, dekadickém a hexadecimálním tvaru.

V případe čísel v plovoucí řádové čárce, float, formátovací parametr specifikuje na kolik desetinných míst se číslo vypisuje. Jako formátovací parametr se tedy předává celé číslo od 0 výše.

Popis

Metoda vypisuje data v ASCII formě do sériového portu. Meotda má jeden nebo dva parametry. První parametr jsou data, druhý, nepovinný parametr, popisuje formát dat.

```
Serial.print('a');   // => "a"

Serial.print(78, BYTE); // => "N"
Serial.print(78, BIN);  // => "1001110"
Serial.print(78, OCT);  // => "116"
Serial.print(78, DEC);  // => "78"
Serial.print(78, HEX);  // => "4E"

Serial.print(1.23456, 0);   // => "1"
Serial.print(1.23456, 2);   // => "1.23"
Serial.print(1.23456, 4);   // => "1.2346" zaokrouhlení!
```

Pro zajímavost, aktuální hodnoty formátovacích konstant v Arduinu verze 0022 jsou:

```
#define BYTE    0
#define BIN     2
#define OCT     8
#define DEC    10
#define HEX    16
```

Odkazy

Související informace: **FIXME:**Arduino.lib.Serial.write;, **FIXME:**Arduino.lib.Serial.println;, read

- print()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Print

println

Jméno

`println` — Vypíše informace v textové podobě na sériový port

Serial

Přehled

```
void println(data);
void println(data, format);
```

Metoda má jeden až dva parametry. Parametry jsou stejné, jako v případě metody print.

Popis

Metoda vypisuje data v ASCII formě do sériového portu. Na konci přidá "konec řádku", jako posloupnost znaků ASCII13 ('\r') a ASCII 10 ('\n').

Odkazy

Související informace: **FIXME:**Arduino.lib.Serial.write;, print, read

- println()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Println

read

Jméno

`read` — Čtení jednoho znaku ze vstupního bufferu

Serial

Přehled

```
int read();
```

Vrací přijatý znak. Je-li vstupní buffer prázdný, vrací `-1`.

Popis

Metoda slouží k zjištění, kolik znaků čeká na přečtení.

Příklady užití

*

```
int znak = 0;

void setup() {
        Serial.begin(9600);
}

void loop() {
        if(Serial.available() > 0) {
                znak = Serial.read();

                Serial.print("Prijal jsem: ");
                Serial.println(znak, DEC);
        }
}
```

Odkazy

Související informace: available, **FIXME:**Arduino.lib.Serial.flush;

- read()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Read

write

Jméno

`write` — Odešle binární data na sériový port

Serial

Přehled

```
void write(val);
void write(str);
void write(buf, int len);
```

Metoda má jeden až dva parametry.

val

Na sériový port je odeslán jeden byte.

str

Na sériový port je odeslán řetězec bajtů.

buf

Pole bajtů k odeslání.

len

Délka pole `buf`.

Popis

Metoda vypisuje binární data do sériového portu.

Odkazy

Související informace: print, println, read

- write()[1]

Poznámky

1. http://arduino.cc/en/Serial/Write

40.8.7. Různé drobnosti

*

40.8.7.1. Drobnost

*

40.8.8. Programové nástroje

Odkazy:

- Fritzing[288]
-

40.8.8.1. ADABoot

Odkazy:

- ADABOOT - an ATmega Arduino(tm) compatible bootloader[289] na webu The Shoppe at Wulfden
- Bootloader for Atmega328[290]
-
-

S bootloaderem z vebu AdaIndustries jsem měl problém. Nahrát do MCU šel, po resetu LED blikla, ale nedokázal jsem s ním navázat komunikaci. Nakonec jsem našel zavadeč ADABOOT[291] se kterým mi vše funguje.

40.8.9. HW doplňky a shieldy

*

Odkazy:

- Arduino Shield List[292]
-

Shields:

- Ethernet Shield With PoE[293] (Wiznet W5100,freetronics, AU$44.95)
- ProtoShield Basic for Arduino[294]
-
-
-

Komponenty:

- Stackable Arduino Shield Headers[295]
- hield stacking headers for Arduino[296] $1.5
-

Odkazy:

- Prototino ATmega328 Arduino compatible prototyping board.[297]
- The Prototino™ is an Arduino clone with a built in prototyping area.[298]
-
-
-
-

40.8.9.1. EthernetShield ENC28J60

*

Odkazy:

- Library with example code for the nuelectronics Arduino EtherShield (ethernet shield)[299] [2009-05-22]
- Ethernet Shield V1.0 for Arduino[300]

- New Arduino ENC28J60 Ethershield library[301] [2009-06-22]
- ew EtherShield Library status update[302] [2010-08-26]
- Introduction to the tuxgraphics TCP/IP stack, 3rd generation[303]
- Embedded stuff[304]
- Welcome to the Café[305]
-
-

A HowTo get a etherShield to Work. Pro Arduino 0017

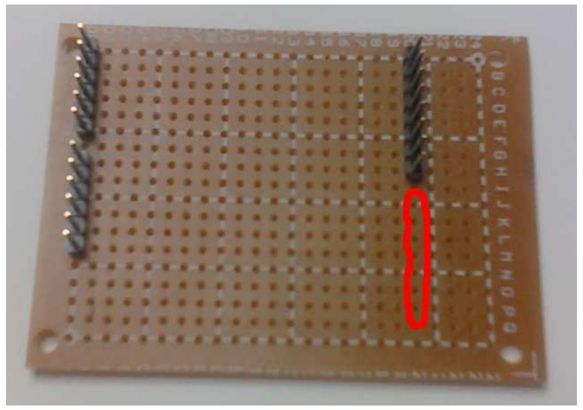
```
$ mkdir etherShield
$ cd etherShield
$ git clone http://github.com/jonoxer/etherShield.git

$ cd etherShield
$ git pull
$ cp -r -u -remove-destination . /usr/share/arduino-ide/hardware/libraries/etherShiel
```

40.8.9.2. Experimentální PCB

*

Jedním ze způsobů jak experimentovat, je použít experimentální PCB. Tady ovšem narazíme na jeden problém. Vývody D8-D13,GND a AREF na jednom z konektorů arduina jsou posunuté oproti standardní matici 2.54mm. Toto posunutí způsobí, že nelze jednoduše zapájet nožičky do experimentálního PCB a nasunout na Arduino. U všech ostatních kontaktů to lze.

Obrázek 40-25. Arduino experimental PCB



40.8.10. Zapojení a konstrukce s Arduinem

Zde uvádím jak konstrukce nalezené v síti, tak vlastní vylepšení a vlastní konstrukce a nápady. Kód mých projektů se nachází v adresáři examples/avr/Arduino/. Některé projekty jsou umístněny na Github.com jako například:

Odkazy:

- Led8x8[307]
-

40.8.10.1. Arduino AVR ISP programátor

*

Odkazy:

- AVR ISP programming via Arduino[308] na Hack a Day [2009-07-15]
- MEGA-ISP Arduino Shield[309]
- mega-isp In System Programmer using the AVR Mega8[310] na Google Code
- MEGA-ISP Shield Schematics and Board Layout for Arduino[311]
- New MEGA-ISP shield connected[312]
- Using an Arduino as an AVR ISP (In-System Programmer)[313]
- Make an Arduino NG into an AVR-ISP programmer (for good)[314]
-
-

Popis zapojení, schéma a plošný spoje je publikován v článku MEGA-ISP Shield Schematics and Board Layout for Arduino[315]. Skeč In System Programmer using the AVR Mega8[316] pro programátor je k dispozici na Google Code.

```
10: slave reset
11: MOSI
12: MISO
13: SCK

9: Heartbeat LED (pomrkává když programátor funguje)
8: Error: (červená led) nastala nějaká chyba
7: Programování - právě komunikuje s podřízeným obvodem po ICSP
```

A teď pár ukázek použití. Programátor je typu `-c avrisp` a vidíme ho na některém `-P /dev/ttyUSB1` usb portu. V tomto případě na ttyUSB1 protože ttyUSB0 je obsazen jiným zařízením. Komunikační rychlost je `-b 19200` baudot. Mám připojený procesor ATmega8-16PU `-p m8`.

```
$ avrdude -pm8 -cavrisp -P /dev/ttyUSB1 -b19200
avrdude: AVR device initialized and ready to accept instructions
Reading | ################################################## | 100% 0.10s
avrdude: Device signature = 0x1e9307
avrdude: safemode: Fuses OK
avrdude done.  Thank you.
```

Funguje. Nyní něco praktičtějšího. Do "prázdných" ATmega328P nahraji bootloader. Mám

```
$
```

40.8.11. Různé verze a varianty Arduina

*

Různé varianty Arduina:

- chibiArduino[317] [2010-11-06] s bezdrátovým rozhraním FreakLabs Freakduino Chibi Wireless Arduino Compatible Board[318] $33
- Arduino Hardware[319] [2011-03-22]
- Free Duino . ORG[320] — The World Famous Index of Arduino & Freeduino Knowledge
- Arduino Nano 3.0 NO-PIN (ATMEGA328)[321] [2011-03-22 $32.99]
- Bare Bones Board Kit[322] [201103-22 $16.95]
- adfruit industries DC Boarduino[323] [2011-03-22 $17.50]

- seed studio Seeeduino V2.21[324] [2011-03-22 $22.50]
- Teensy USB Development Board[325] [2011-03-22] Teensy 2.0 $18, Teensy++ 2.0 $24
- Seeeduino release notice ver 1.0b[326]
- Introducing Duino644[327]
- Boarduino[328] — Solderless Breadboard Arduino Clone
- Perfboard Hackduino (Arduino-compatible circuit)[329] — minimalistická verze na experimentálním PCB připomínajícím nepájivé kontaktní pole
- Starduino[330] [2010-09-07]
- Paperduino: Arduino-PCB[331], Arduino-Perfboard[332], Arduino-Stripboard[333]
- BHASHA Technologies[334] [$20.65]
- Nanode[335] — ATmega328+ENC28J60 [2011-05-02]

Sanguino:

- Sanguino[336]
-

Podobné konstrukce ne s AVR:

- The Maple[337] (STM32F103RB - ARM)
- ZPUINO[338] 32-bit procesor v FPGA na 100MHz (Zylin's ZPU 32-bit processor core)
-

40.8.11.1. Boarduino

Odkazy:

- Bootloader Hacks[339]
-

Jednoduché řešení od Lady Ada[340] prodávané na Adafruit[341].

Obrázek 40-26. Zapojení vývodů Boarduina

```
                 +----------------+
             d8 -|14 PB0    PD7 13|- d7
        (PWM)  d9 -|15 PB1    PD6 12|- d6 (PWM)
SS      (PWM) d10 -|16 PB2    PD5 11|- d5 (PWM)
MOSI    (PWM) d11 -|17 PB3    PD4  6|- d4
MISO          d12 -|18 PB4    PD3  5|- d3 (PWM)
SCK     (LED) d13 -|19 PB5    PD2  4|- d2
             agnd -|22        PD1  3|- d1/tx
             aref -|21        PD0  2|- d0/rx
                   |                |  +5V
           a0/d14 -|23 PC0          |  gnd
           a1/d15 -|24 PC1          |
           a2/d16 -|25 PC2          |  +5V
           a3/d17 -|26 PC3          |  gnd
SDA        a4/d18 -|27 PC4          |  Vin
SCL        a5/d19 -|28 PC5    PC6  1|  reset
                   +-------/\-------+
```

40.8.12. Kousky kódu a řešení

40.8.12.1. Heartbeat

Odkazy:
- Heartbeat Sketch[342] na Arduino.cc
-
-
-

Heart beat je technologie práce s LED diodou, kdy poblikáváním této diody dává zařízení najevo, že je v pořádku.

Můžeme samozřejmě obyčejně blikat led, ale často potřebujeme lepší efekt než pouhé blikání, a navíc toto musíme zaintegrovat do aplikace. Inspirován podobnou funkcí v 40.8.10.1 a ... jsem se rozhodl vyřešit problém trochu jinak. Výchozí myšlenka je že chci aby se jas LED diody měnil podel funkce `sin`, případně podle jiné. Další podmínkou je, že si funkce sama musí hlídat čas a nemá tedy používat delay. Přišel jsem s řešením, kdy hodnoty funkce jasu je uložena v poli `heartbeat_array`. To mi dovolí si předem připravit libovolnou funkci a v průběhu volání `heartbeat` jinž neztrácím část výpočty v plovoucí řádové čárce. Dalším prvkem řešení je hlídání času. Funkce ji třeba volat rozumě často a ona sama rozhodně jestli již uběhl požadovaný čas `STEP`.

```
#define STEP 50

unsigned long lastTime;
uint8_t heartbeat_array[] = {
#include "sintable.h"
};

void heartbeat(int led) {
 unsigned long now = millis();
 static uint8_t table_index=0;

 /* Check if time is enough, return else */
 if (now < lastTime + STEP) {
  return;
 }

 analogWrite(led, heartbeat_array[table_index++]);
 if (table_index >= sizeof(heartbeat_array)) {
  table_index = 0;
 }
 lastTime += STEP;
}
```

Hodnoty pole `heartbeat_arra` vytvářím krátkým programem v Ruby. Jednoduchou úpravou kdy se funkce `sin` zamění za jinou, dosáhneme požadovaného průběhu.

```
#!/usr/bin/env ruby
# This program creates table of output signal for function heart beat.

def generate_table steps, minvalue, maxvalue
  puts "/*
 * Sin x-PI/2 table in #{steps} steps with minumum at #{minvalue} and maximum at #{maxvalue}.
 * Generated with commad:
 * ./generate_table #{steps} #{minvalue} #{maxvalue}
 */"

  puts (0..steps-1) \
    .collect{|deg| (deg.to_f * 2.0 * Math::PI) /steps} \
```

```
    .collect{|r| (Math::sin(r - Math::PI/2)+1)/2 * (maxvalue-minvalue) +minvalue} \
    .collect{|n| "%3d" % n.round} \
    .each_slice(8).collect{ |row| "\t" + row.join(’, ’) }.join ",\n"
end

if $0 == __FILE__ then
  generate_table ARGV[0].to_i, ARGV[1].to_i, ARGV[2].to_i
end
```

Poznámka: Pokud nebude funkce `heartbeat` volána dostatečně často, vznikne rozdíl v čas lastTime a aktuálním čase. To způsobý zrychlené "dohánění" času.

Bylo by hezké, kdyby buďto sama funkce poznala že nebyla dlouhý čas volána a toto ošetřila.

Bylo by hezké kdybych vyřešil náběh LED z nuly při prvním cyklu, případně doběh po posledním cyklu. Klidová poloha by nemusela být nula ale plný jas.

40.9. Processing

*

Odkazy:
- Processing[343] — domovská stránka projektu
- OpenProcessing[344]
-
-
-

Poznámky

1. http://www.atmel.com/products/avr/
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR
3. http://www.avrbeginners.net/
4. http://www.avrfreaks.net/
5. http://cs.wikibooks.org/wiki/Programujeme_jedno%C4%8Dipy
6. http://www.sharksoft.wz.cz/rbglamp.html
7. http://www.theiling.de/avr.html
8. http://www.nongnu.org/uisp/index.html
9. http://www.jiggerjuice.net/electronics/projects/firmware-bootloader.html
10. http://avr.fenceline.de/download.html
11. http://www.tldp.org/linuxfocus/English/November2004/article352.shtml
12. http://www.serasidis.gr/circuits/avrprog/avrprog.htm
13. http://www.lancos.com/prog.html
14. http://gandalf.arubi.uni-kl.de/avr_projects/avrispre/index.html

15. http://www.evilmadscientist.com/article.php/avrtargetboards
16. http://elm-chan.org/works/avrx/report_e.html
17. http://dybkowski.net/elka/ispprog.html
18. http://www.cccac.de/cgi-bin/wiki.pl?action=browse&diff=1&id=DaPa
19. http://www.arduino.cc/playground/BootCloner/BootCloner
20. http://www.heise.de/ct/Redaktion/cm/klangcomputer/index1.htm
21. http://www.instructables.com/files/deriv/FWA/17KH/FCHYNWU2/FWA17KHFCHYNWU2.MEDIUM.jpg
22. http://www.linuxfocus.org/English/March2002/article231.shtml
23. http://www.linuxos.sk/clanok/242/index.html
24. http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id=13
25. http://www.abclinuxu.cz/blog/vejsplechty/2007/9/trio-avr-isp-tri-zarizeni-zaroven
26. http://sharon.esrac.ele.tue.nl/mirrors/zl1bpu/micro/ENV/PGM.htm
27. http://sharon.esrac.ele.tue.nl/mirrors/zl1bpu/micro/CNTR/AVRprog.gif
28. http://www.avrprojects.net/articles.php?lng=en&pg=511
29. http://www.zen9658.zen.co.uk/avr-doc/HOWTO-get-started.html
30. http://www.dutchforce.com/~eforum/index.php?s=5031a7d43400e67a9b4f027558834f38&showtopic=16538
31. http://sajiduc.blogspot.com/2008/04/beginners-microcontroller-programming.html
32. http://www.ullihome.de/index.php/USBAVR-ISP
33. http://www.xs4all.nl/~dicks/avr/usbtiny/
34. http://www.equinox-tech.com/Products/details.asp?ID=362
35. http://www.nkcelectronics.com/avr-isp-programmer-adapter-kit-10-to-6-.html
36. http://www.ere.co.th/default.aspx?RedirectPage=Products&RedirectPage1=ProductsDetail&ProductID=52
37. http://www.nkcelectronics.com/stk-to-breadboard-adapter.html
38. http://avarice.sourceforge.net/
39. http://dlangenberg.googlepages.com/atmega8timers
40. http://extremeelectronics.co.in/avr-tutorials/avr-timers-an-introduction/
41. http://extremeelectronics.co.in/avr-tutorials/timers-in-compare-mode-part-i/
42. http://extremeelectronics.co.in/avr-tutorials/timers-in-compare-mode-part-ii/
43. http://www.avrprojects.net/articles.php?lng=en&pg=73
44. http://winavr.scienceprog.com/atmel-avr-microcontrollers/analog-to-digital-conversion-in-avr.html
45. http://www.webdotdev.com/nvd/content/view/187/
46. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8127.pdf
47. http://www.atmel.com/dyn/products/product_card_mcu.asp?part_id=4585
48. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8272.pdf
49. http://www.equinox-tech.com/Products/details.asp?ID=362
50. http://www.equinox-tech.com/Products/details.asp?ID=359
51. http://www.bsdhome.com/avrdude/

52. http://www.captain.at/electronics/atmel-programmer/
53. http://www.arduino.cc/en/Hacking/ParallelProgrammer
54. http://www.abclinuxu.cz/clanky/hardware/jednocipy-pod-linuxem-i
55. http://kartikmohta.com/wiki/Tech/ATmega16Programmer
56. http://blackhole.sk/topicavr-atmega8-1
57. http://my.opera.com/CrazyTerabyte/blog/2007/10/26/first-contact-with-atmega8-microcontroller-part-2
58. http://martin.vancl.eu/AVR-4-Arduino-nahrani-bootloaderu
59. http://www.lancos.com/e2p/avrisp-siprog.gif
60. http://blackhole.sk/topicavr-atmega8-1
61. http://sonicvanajr.com/projs/avrbox.html
62. http://extremeelectronics.co.in/avr-tutorials/part-iii-making-programmer-and-target/
63. http://www.olimex.com/dev/images/avr-pg1b-sch.gif
64. http://electronics-diy.com/avr_programmer.php
65. http://electronics-diy.com/avr_programmer.php
66. http://www.olimex.com/dev/images/avr-pg1b-sch.gif
67. http://www.fischl.de/usbasp/
68. http://www.scienceprog.com/building-and-installing-usbasp-usb-programmer-of-avr-microcontrollers/
69. http://www.scienceprog.com/one-click-project-with-usbasp-programmer/
70. http://tuxgraphic.org/electronics/200705/article07052.shtml
71. http://code.google.com/p/avropendous/wiki/ISPProgrammingAnAVRopendous
72. http://www.pjrc.com/hub_isp/
73. http://www.smrz.chrudim.cz/usbprog/
74. http://www.abclinuxu.cz/poradna/linux/show/212720
75. http://www.falcom.sk/projects/otherprojects/58-avr-isp-stk500v2.html
76. http://www.abclinuxu.cz/blog/Boldakuv_blok/2008/5/avr-a-linux
77. http://www.xs4all.nl/~sbolt/e-spider_prog.html
78. http://avr-asm.tripod.com/
79. http://www.tavrasm.org/
80. http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_en/beginner/index.html
81. https://www.mainframe.cx/~ckuethe/avr-c-tutorial/
82. http://www.joshknows.com/avr
83. http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__demo__project.html
84. http://avra.sourceforge.net/
85. http://www.suprafluid.com/avra/
86.
87. http://www.avr-asm-tutorial.net/gavrasm/index_en.html
88. http://sourceforge.net/projects/avr-ada/

89. http://www.adacore.com/home/
90. http://avr-ada.wiki.sourceforge.net/BuildScript
91. http://sourceforge.net
92. http://www2.tech.purdue.edu/ecet/courses/referencematerial/atmel/
93. http://www.youtube.com/watch?v=ghC2Q3MQzJw
94. http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__demo__project.html
95. http://www.linuxfocus.org/English/March2002/article231.shtml
96. http://www.linuxfocus.org/English/November2004/article352.shtml
97. http://tuxgraphics.org/electronics/200904/avr-c-programming.shtml
98. http://electrons.psychogenic.com/modules/arms/art/3/AVRGCCProgrammingGuide.php
99. http://winavr.scienceprog.com/general-avr/atmega-series-of-avr-microcontrollers.html
100. http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__avr__interrupts.html
101. http://tech.groups.yahoo.com/group/avrForth/
102. http://www.tinyboot.com/avr.html
103. http://sourceforge.net/projects/amforth/
104. http://www.uelectronics.info/amforth-atmega-forth
105. http://amforth.sourceforge.net/
106. http://krue.net/avrforth/
107. http://www.colorforth.com
108. http://www.jwdt.com/~paysan/gforth.html
109. http://claymore.engineer.gvsu.edu/~steriana/Software/pfavr/index.html
110. http://concurrency.cc/
111. http://news.jeelabs.org/2010/02/04/fascinating-concurrency/
112. http://side4linux.sourceforge.net/
113. http://www.scienceprog.com/kontrollerlab-ide-development-software-for-avr-under-linux/
114. http://avrlab.sourceforge.net/
115. http://gitorious.org/simavr
116. http://compilers.cs.ucla.edu/avrora/cfg.html
117. http://www.youtube.com/watch?v=e3Ns8_VwZb4
118. http://www.youtube.com/user/Lefinnois
119. http://www.idleloop.com/robotics/ColorLCD/
120. http://blog.lukrop.bplaced.net/archives/Nokia-6610-LCD-+-Arduino.html
121. http://gnusb.sourceforge.net/hardware/
122. http://robotika.cz/wiki/RobotikaWiki
123. http://macetech.com/blog/?q=node/46
124. http://www.bobhobby.com/2008/04/22/usb-physical-hit-counter-based-on-avr-attiny25/
125. http://www.harbaum.org/till/lcd2usb/index.shtml

126. http://vamposdecampos.googlepages.com/infrahid.html
127. http://www.raphnet.net/electronique/usbtenki/index_en.php
128. http://www.schatenseite.de/index.php?id=216&L=2
129. http://www.harbaum.org/till/i2c_tiny_usb/index.shtml
130. http://www.fischl.de/usbasp/
131. http://www.xs4all.nl/~dicks/avr/usbtiny/
132. http://www.pjrc.com/teensy/index.html
133. http://www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php
134. http://www.electroons.com/2009/11/09/enabling-avr-uart-tx/
135. http://www.electroons.com/2009/11/10/enabling-avr-uart-rx/
136. http://bluecontroller.com/
137. http://shop.jeelabs.com/
138. http://projects.adamh.cz/cs:atmega8board
139. http://projects.adamh.cz/avrnalepky
140. http://blog.adamh.cz/index.php?clanek=elektrotechnika/96-atmega8-board-a-potisk-pcb
141. http://evilmadscience.com/tinykitlist/74-atmegaxx8
142. http://evilmadscience.com/tinykitlist/112-tiny2313
143. http://evilmadscience.com/productsmenu/tinykitlist/180-diavolino
144. http://evilmadscience.com/productsmenu/tinykitlist/176-avrstarter
145. http://www.schatenseite.de/ispadapter.html?&L=2
146. http://tinkerlog.com/2009/01/18/attiny-breadboard-headers/#more-383
147. http://www.schatenseite.de/breadpower.html?&L=2
148. http://www.ikalogic.com/freq_meter_2.php
149. http://www.myplace.nu/avr/countermeasures/index.htm
150. http://cappels.org/dproj/AVRfpls/fmpg.htm
151. http://www.cappels.org/dproj/30MHzfmeter/30MhzFmtr.html
152. http://www.dl5neg.de/freq_counter/freq_counter.html
153. http://benryves.com/projects/tvtext
154. http://www.youtube.com/watch?v=RFjIAvW1OcQ
155. http://sbc.rictor.org/io/vid3.html
156. http://avga.prometheus4.com/index.php?p=1-0
157. http://www.serasidis.gr/circuits/AVR_VGA/avr_vga.htm
158. http://www.circuitdb.com/circuits/id/69
159. http://www.batsocks.co.uk/readme/art_SerialVideo_1.htm
160. http://www.obdev.at/products/vusb/index.html
161. http://vusb.wikidot.com/hardware
162. http://www.recursion.jp/avrcdc/

163. http://aboutmicrocontroller.blogspot.com/2008/11/avr-1-key-keyboard-project.html
164. http://avr-mcu.dxp.pl/atmega162+ram+eval+board.html
165. http://www.scienceprog.com/adding-external-memory-to-atmega128/
166. http://dlangenberg.googlepages.com/atmega8basics
167. http://sites.google.com/site/libby8dev/fignition
168. http://omegav.ed.ntnu.no/wiki/index.php/AVR/Examples/IO
169. http://omegav.ed.ntnu.no/wiki/index.php/AVR/Examples/AD
170. http://programujte.com/index.php?akce=clanek&cl=2007041902-avr-a-ad-prevodnik
171. http://www.rn-wissen.de/index.php/ADC_(Avr)
172. http://tuxgraphics.org/electronics/200903/three-digit-display.shtml#0lfindex0
173. http://www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php
174. http://www.obdev.at/products/vusb/index.html
175. http://www.recursion.jp/avrcdc/index.html
176. http://www.mikrocontroller.net/articles/Bitmanipulation
177. http://iamsuhasm.wordpress.com/tutsproj/avr-gcc-tutorial/
178. http://meloun.esportuj.cz/index.php?text=16-makra-pro-bitove-operace
179. http://code.google.com/p/arduino/
180. http://cs.wikipedia.org/wiki/Arduino
181. http://www.techdot.eu/index.php/2008/02/01/arduino-prvni-program-blikani-led/
182. http://www.freeduino.org/
183. http://java.dzone.com/news/arduino-development-using
184. http://arduinothedocumentary.org/
185. http://arduino.tw
186. http://www.root.cz/n/arduino/
187. http://feilipu.posterous.com/freetronics-2010-arduino-overclocking-and-rev
188. http://www.danielandrade.net/2008/07/05/temperature-sensor-arduino/
189. http://www.freetronics.com/products/practical-arduino
190. http://my.safaribooksonline.com/book/hobbies/9781449399368
191. http://www.ladyada.net/learn/arduino/index.html
192. http://www.google.cz/search?q=Arduino+ATmega640&btnG=Hledat&hl=cs&sa=2
193. http://shop.snailinstruments.com/index.php?main_page=index&cPath=68_134
194. http://www.hwkitchen.com/arduino/
195. http://www.czechduino.cz/
196. http://www.nuelectronics.com/estore/index.php?main_page=product_info&products_id=15
197. http://www.adafruit.com/
198. http://pjrc.com/
199. http://shop.jeelabs.com/

200. http://www.sparkfun.com/commerce/categories.php
201. http://store.makerbot.com/sanguino-v1-0-pcb.html
202. http://www.tinkersoup.de/
203. http://blog.harvie.cz/tag/arduino/
204. http://www.arduinors.net
205. http://www.instructables.com/id/A-credit-card-sized-Ethernet-Arduino-compatable-co/
206. http://www.instructables.com/id/The-Arduino-AA-Undershield/
207. http://interface.khm.de/index.php/lab/experiments/arduino-frequency-counter-library/
208. http://interface.khm.de/index.php/labor/experimente/arduino-realtime-audio-processing/
209. http://interface.khm.de/index.php/lab/experiments/input-channel-extender/
210. http://bitlash.net/wiki/start
211. http://www.instructables.com/id/A-credit-card-sized-Ethernet-Arduino-compatable-co/
212. http://www.stillhq.com/arduino/000007.html
213. http://en.wikipedia.org/wiki/Arduin_of_Italy
214. http://sourceforge.net/projects/rhyduino/
215. http://arduino.cc/en/Main/Software
216. http://blog.tepper.cz/archive/2008/11/13/arduino---seznaacutemeniacute.aspx
217. http://blog.tepper.cz/archive/2008/11/13/arduino---prvni-projekt.aspx
218. http://www.robotshop.ca/arduino-5min-tutorial-1.html
219. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/04/04/getting-started-with-arduino-chapter-zero/
220. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/04/10/getting-start
221. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/04/15/getting-started-with-arduino-chapter-two/
222. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/04/20/getting-started-with-arduino-chapter-three/
223. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/04/30/getting-started-with-arduino-—-chapter-four/
224. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/05/06/getting-started-with-arduino-chapter-five/
225. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/05/14/getting-started-with-arduino-—-chapter-six/
226. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/05/16/getting-started-with-arduino-—-chapter six addendum/
227. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/05/20/getting-started-with-arduino-—-chapter-seven/
228. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/05/26/getting-started-with-arduino-—-chapter-eight/
229. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/06/06/getting-started-with-arduino-—-chapter-nine/
230. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/06/14/getting-started-with-arduino-chapter-ten/
231. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/06/26/getting-started-with-arduino-—-chapter-eleven/
232. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/07/24/getting-started-with-arduino-—-chapter thirteen/
233. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/08/06/moving-forward-with-arduino-—-chapter-14-xbee-introduction/
234. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/08/18/moving-forward-with-arduino-—-chapter-15-—rfid-introduction/
235. http://jeremyblum.com/2011/03/07/arduino-tutorial-10-interrupts-and-hardware-debouncing/

236. http://www.billporter.info/?p=308

237. http://www.uchobby.com/index.php/2007/11/24/arduino-interrupts/

238. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf

239. http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__avr__interrupts.html

240. http://cutecom.sourceforge.net/

241. http://live.gnome.org/moserial

242.

243.

244.

245.

246. http://arduino.cc/en/Hacking/Programmer

247. http://arduino.cc/en/Reference/HomePage

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogRead
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogReference
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

1. http://arduino.cc/en/Reference/AnalogWrite
2. http://principialabs.com/arduino-pulse-width-modulation/

1. http://arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt

1. http://arduino.cc/en/Reference/Constrain

1. http://arduino.cc/en/Reference/Delay

1. http://arduino.cc/en/Reference/DetachInterrupt

1. http://arduino.cc/en/Reference/DigitalRead

1. http://arduino.cc/en/Reference/DigitalWrite

1. http://arduino.cc/en/Reference/Interrupts

1. http://arduino.cc/en/Reference/Map

1. http://arduino.cc/en/Reference/Max

1. http://arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt

1. http://arduino.cc/en/Reference/Min

1. http://arduino.cc/en/Reference/NoInterrupts

1. http://arduino.cc/en/Reference/NoTone

1. http://arduino.cc/en/Reference/PinMode
2. http://arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins
3. http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins

1. http://arduino.cc/en/Reference/Tone

271. http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep

272. http://code.google.com/p/tinkerit/

1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoRead
1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoWrite
1. http://arduino.cc/en/Reference/ServoWriteMicroseconds

276. http://bitlash.net/wiki/docindex
277. http://github.com/radekh/hc595
278. http://homepages.which.net/~paul.hills/Software/ShiftRegister/ShiftRegisterBody.html
279. http://code.google.com/p/rogue-code/wiki/ToneLibraryDocumentation

1. http://arduino.cc/en/Serial/Available
1. http://arduino.cc/en/Serial/Begin
1. http://arduino.cc/en/Serial/End
1. http://arduino.cc/en/Serial/Flush
1. http://arduino.cc/en/Serial/Print
1. http://arduino.cc/en/Serial/Println
1. http://arduino.cc/en/Serial/Read
1. http://arduino.cc/en/Serial/Write

288. http://fritzing.org
289. http://www.wulfden.org/TheShoppe/freeduino/ADABOOT.shtml
290. http://www.ladyada.net/library/arduino/bootloader.html
291. http://www.wulfden.org/TheShoppe/freeduino/ADABOOT.shtml
292. http://shieldlist.org/
293. http://www.freetronics.com/products/ethernet-shield-with-poe
294. http://www.freetronics.com/products/protoshield-basic
295. http://www.freetronics.com/products/stackable-arduino-shield-headers
296. http://www.adafruit.com/index.php?main_page=product_info&cPath=52&products_id=85
297. http://www.flickr.com/photos/spikenzie/4095424939/in/photostream/
298. http://www.spikenzielabs.com/SpikenzieLabs/Prototino.html
299. https://github.com/jonoxer/etherShield
300. http://www.nuelectronics.com/estore/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=4
301. http://blog.thiseldo.co.uk/?p=329
302. http://blog.thiseldo.co.uk/?p=493
303. http://www.tuxgraphics.org/electronics/200905/embedded-tcp-ip-stack.shtml
304. http://www.tucsni.nl/jee/
305. http://jeelabs.net/projects/cafe/wiki
306. examples/avr/Arduino/
307. http://github.com/radekh/Led8x8
308. http://hackaday.com/2009/07/15/avr-isp-programming-via-arduino/
309. http://www.flickr.com/photos/drug123/3718355976/in/pool-76206823@N00

310. http://code.google.com/p/mega-isp/
311. http://drug123.org.ua/mega-isp-shield/
312. http://www.flickr.com/photos/drug123/3718360064
313. http://arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoISP
314. http://tinkerlondon.com/now/2007/02/19/make-an-arduino-ng-into-an-avr-isp-programmer-for-good/
315. http://drug123.org.ua/mega-isp-shield/
316. http://code.google.com/p/mega-isp/
317. http://freaklabs.org/index.php/chibiArduino.html
318. http://www.freaklabsstore.com/index.php?main_page=product_info&cPath=22&products_id=187
319. http://www.arduino.cc/en/Main/Hardware
320. http://www.freeduino.org/
321. http://www.gravitech.us/arna30wiatn.html
322. http://shop.moderndevice.com/products/bbb-kit
323. http://www.adafruit.com/
324. http://seeedstudio.com/depot/
325. http://www.pjrc.com/teensy/
326. http://www.seeedstudio.com/blog/2008/09/15/seeeduino-release-notice-ver10b/
327. http://timewitharduino.blogspot.com/2009/09/introducing-duino644.html
328. http://www.ladyada.net/make/boarduino/
329. http://www.instructables.com/id/Perfboard-Hackduino-Arduino-compatible-circuit/
330. http://telinks.wordpress.com/2010/09/07/starduino/
331. http://txapuzas.blogspot.com/2010/07/paperduino-pcb.html
332. http://txapuzas.blogspot.com/2010/07/paperduino-perfboard.html
333. http://txapuzas.blogspot.com/2010/07/paperduino-stripboard.html
334. http://www.bhasha.co.cc/product.php?id_product=34
335. http://wiki.hackspace.org.uk/wiki/Project:Nanode
336. http://sanguino.cc/start
337. http://leaflabs.com/devices/maple/
338. http://www.alvie.com/zpuino/index.html
339. http://www.ladyada.net/library/arduino/bootloader.html
340. http://www.ladyada.net/
341. http://www.adafruit.com/index.php?main_page=index&cPath=19
342. http://www.arduino.cc/playground/Main/HeartbeatSketch
343. http://processing.org/
344. http://www.openprocessing.org/

Kapitola 41. Propeller

Odkazy:

- Propeller General Information[1]
- Parallax Propeller[2] na Wikipedii
-

Propeller od firmy Parallax[3] je zajímavý obvod obsahující 8 paralelně běžících 32 bitových procesorů COG propojených kruhovou sběrnicí a potřebnou pamět'. K dispozici jsou i nástroje pod Linux, jak se lze dočíst v IDE for linux / Mac (and Windows) users - Ver 0.13 - The "Mr Sheen" release[4].

Obrázek 41-1. P8X32A-D40

```
      +-----+ +-----+
   P0-|  1  |_|  40 |-P31
   P1-|  2       39 |-P30
   P2-|  3       38 |-P29
   P3-|  4       37 |-P28
   P4-|  5       36 |-P27
   P5-|  6       35 |-P26
   P6-|  7       34 |-P25
   P7-|  8       33 |-P24
  Vss-|  9       32 |-Vdd
 BOEn-| 10       31 |-XO
 RESn-| 11       30 |-XI
  Vdd-| 12       29 |-Vss
   P8-| 13       28 |-P23
   P9-| 14       27 |-P22
  P10-| 15       26 |-P21
  P11-| 16       25 |-P20
  P12-| 17       24 |-P19
  P13-| 18       23 |-P18
  P14-| 19       22 |-P17
  P15-| 20       21 |-P16
      +-------------+
```

Tabulka 41-1. Cog RAM Special Purpose Registers

adresa	název	typ	popis
1F0	PAR	Read-Only	Boot Parameter
1F1	CNT	Read-Only	System Counter
1F2	INA	Read-Only	Input States for P31-P0
1F3	INB	Read-Only	Input States for P63-P32
1F4	OUTA	Read/Write	Output States for P31-P0
1F5	OUTB	Read/Write	Output States for P63-P32
1F6	DIRA	Read/Write	Direction States for P31-P0

adresa	název	typ	popis
1F7	DIRB	Read/Write	Direction States for P63-P32
1F8	CTRA	Read/Write	Counter A Control
1F9	CTRB	Read/Write	Counter B Control
1FA	FRQA	Read/Write	Counter A Frequency
1FB	FRQB	Read/Write	Counter B Frequency
1FC	PSHA	Read/Write	Counter A Phase
1FD	PSHB	Read/Write	Counter B Phase
1FE	VCFG	Read/Write	Video Configuration
1FF	VSCL	Read/Write	Video Scale

Pokud se vám zdají ceny kitů s procesory P8X32A vysoké, můžete si takový udělat sami podle How to make a Propeller Development Kit[5].

Poznámky

1. http://www.parallax.com/propeller/
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Parallax_Propeller
3. www.parallax.com
4. http://forums.parallax.com/forums/default.aspx?f=25&m=298620&p=1&ord=d
5. http://www.longhornengineer.com/DIY/PropDev

Kapitola 42. PSoC

Odkazy:

- Embedded Systems/Cypress PSoC Microcontroller[1]
- CYPRESS[2]

Nástroje a prostředí

-

  Forth

  - Forth/PSoC Forth[3]

-
-
- Ostatní:
  - m8cutils[4]

Tabulka 42-1. Dostupnost součástek:

typ	prodejce	datum	cena
CY8C27143	TME	2010-02-15	115 Kč bez DPH
CY8C27443-24PXI	TME	2010-02-15	115 Kč bez DPH
CY8C29466-24PXI	TME	2010-02-15	173 Kč bez DPH

Poznámky

1. http://en.wikibooks.org/wiki/Embedded_Systems/Cypress_PSoC_Microcontroller
2. http://www.cypress.com/
3. http://en.wikibooks.org/wiki/Forth/PSoC_Forth
4. http://m8cutils.sourceforge.net/

Kapitola 43. Projekty s mikrořadiči

Tato kapitola obsahuje náměty a projekty na zařízení, která je možno na mikrořadičích postavit.

Velmi zvláštní projekty:

- The AVR AM Radio Transmitter (and Plantenna)[1] [2010-10-18]
- DIY standalone internet radio receiver with Shoutcast/Icecast protocols[2] Alexander Yerezeyev [2010-02-20]
-
-

43.1. Využití malých obvodů s nízkým počtem vývodů

Odkazy na projekty:

- Stealth USB CapsLocker[3] — ATtiny45
- Capslocker Rebuild[4]
- A Really Tiny tinyCylon[5]
- USB Physical Hit Counter based on AVR ATtiny25[6]
- the 1-Key-Keyboard project[7] — ATtiny45/ATtin85
-

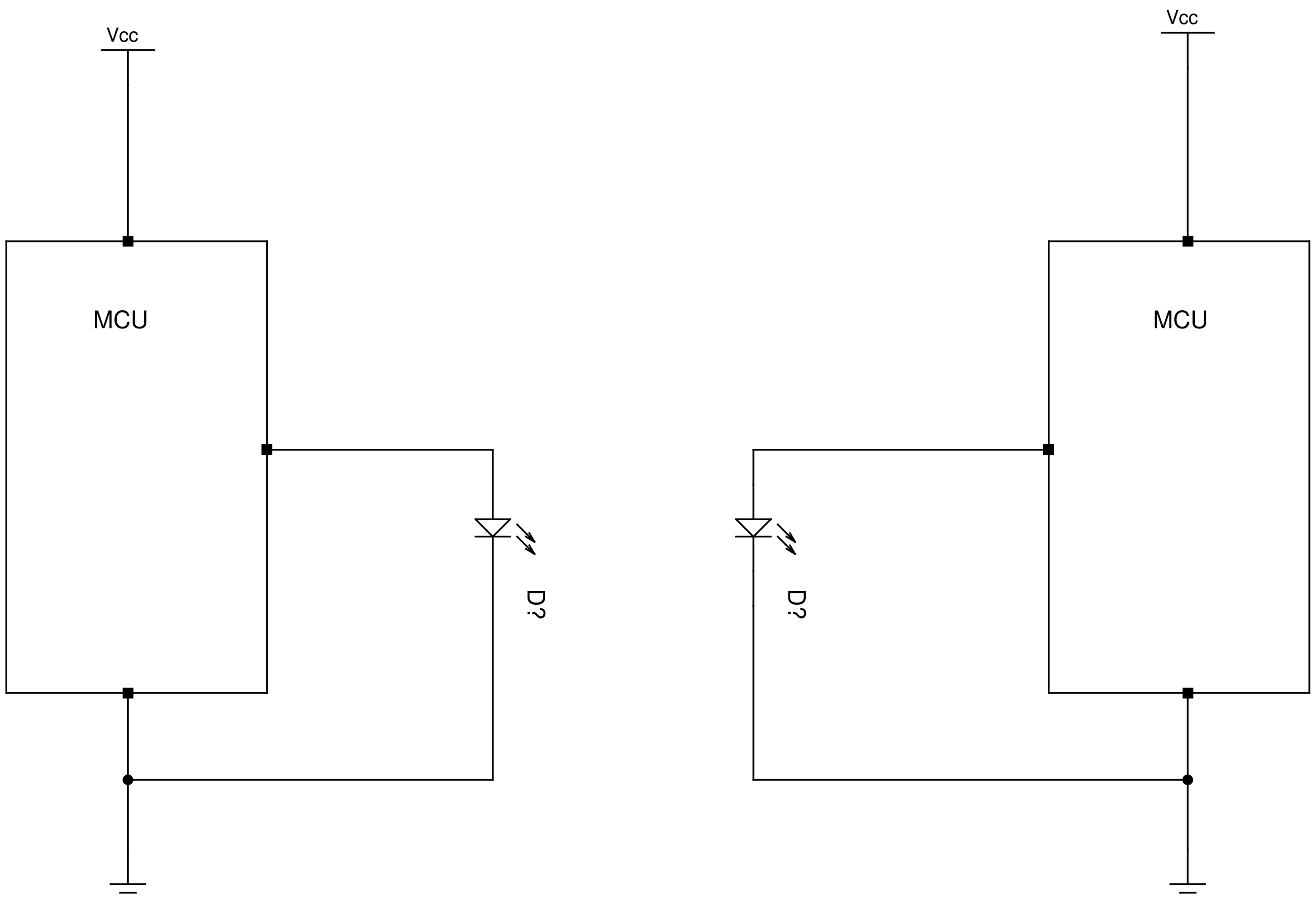
43.2. Komunikace mezi řadiči pomocí LED

Tento nápad je ve stádiu zkoumání.

Nosná myšlenka komunikace pomocí LED diody spočívá v tom, že LED dioda nejen že dokáže emitovat světlo, ale dokáže pracovat i obráceně. Tedy vytvářet elektrickou energii při osvícení. Můžeme tedy vybavit dva mikrořadiče, každý jednou LED diodou. Tyto led diody přiložit k sobě tak aby do sebe svítily navzájem. Nyní již zbývá vyřešit jak tento hardware obsloužit programem.

Program přepíná mezi dvěma směry komunikace. Jedná se tady o poloviční duplex. Při vysílání přivádíme na diodu napětí (logická 1, logická 0). Při příjmu měříme napětí na diodě pomocí vnitřního AD převodníku v MCU.

Obrázek 43-1. Komunikace dvou MCU pomocí LED diod



Ze způsobu přijímání, tedy použitím AD převodníku k měření fotoelektrického napětí, jsme limitování na maximální komunikační rychlosti. Toto maximum předpokládám pro MCU Atmel AVR v řádu jednotek kilobitů.

Výhody:

- Zařízení nejsou galvanicky propojena.
- Je využit jen jeden pin MCU.

Nevýhody:

- Nízká rychlost komunikace.
- Nutnost řešit kominukaci od základů programově.
- Vyšší spotřeba energie než při přímém eletrickém propojení.

43.3. Generování videosignálu

Generování videosignálu pro televizní přijímač, nebo počítačový monitor.

Odkazy:

- How to generate video signals in software using PIC[8]
- PAL TV timing and voltages[9]

-
-
-

43.4. Čtení analogových hodnot

*

Odkazy:
- 58
- ATMega48 + LM335 + MAX232 = Serial Port Multi-Channel Temperature Measurement[10] — Scott [2010-11-24]
-

Řada mikrořadičů má na čipu implementován AD převodník a je schopna odečítat analogová napětí na jednom či více vstupech. Většina AVR ATmega/ATtiny a také PIC mikrořadičů je má. Pokud ne, můžeme použít externí AD převodník v jednom čipu.

43.5. RFID

*

Odkazy:
- USING AN AVR AS AN RFID TAG[11] [2008-09-21]
- SIMPLEST RFID READER?[12] [2008-08-22] (Propeler)
- Proximity Security System[13]
- Building a RFID reader[14] PIC16F628A
- Smart-Its RFID Tag Reader[15]
-
-

43.6. Čítače

*

Odkazy:
- Home-Brew Transceiver Taking Shape![16]
- $10 Frequency Counter Finished![17]
-
-

43.7. Rozšíření počtu I/O

*

Odkazy:
- Using Serial Peripheral Interface (SPI) Master and Slave with Atmel AVR Microcontroller[18]
- MCP23S17 SPI I/O Expander[19]
- MCP23S17 addressable 16-Bit I/O Expander with SPI[20]
-

Součástky:

- 16-42
- 16-41
- MCP23S08[21] (SPI), MCP23008[22] (I^2C) — 8-Bit I/O Expander with Serial Interface
- MCP23S17[23] (SPI), MCP23017[24] (I^2C) — 16-Bit I/O Expander with Serial Interface
- MCP23S09[25] (SPI), MCP23009[26] (I^2C) — 8-Bit I/O Expander with Open-Drain Outputs
- MCP23S18[27] (SPI), MCP23018[28] (I^2C) — 16-Bit I/O Expander with Open-Drain Outputs
- MCP23016[29] (I^2C), nedoporučuje se pro nové konstrukce
- PCF8574[30]
- MAX7317[31] — 10-Port SPI-Interfaced I/O Expander
- MAX7318[32] — I2C, 16-Bit
- MAX7301[33] — SPI, 20-Port
- M66010FP/GP[34]
-

K dispozici jsou součástky od fy Microchip MCP23009/MCP23S09. Tyto součástky jsou 8-mi bitový expander. Každý pin 8-mi pinové brány může být nastaven jako vstupní nebo výstupní. Připojení k MCU je přes I^2C (MCP23009) nebo SPI (MCP23S09)

Obvody MCP23018/MCP23S18 mají 16 I/O. Pouzdro 28 PDIP, 28 SOIC, 24 SSOP (MCP23018), 24 QFN

43.8. Obsluha LED v maticovém zapojení

*

Odkazy:

- tronixstuff Moving Forward with Arduino – Chapter 18 – RGB LED Matrix[35]
-

Tedy jak obsloužit několik 7-mi segmentových, či 14-ti a 16-ti segmentových LED. Případně jak obsloužit matice 8*8 případně jiné rozměry.

Poznámky

1. http://grieg.gotdns.com/blog/?p=312
2. http://alyer.frihost.net/ethradio/eth_radio_en.htm
3. http://www.macetech.com/blog/node/46
4. http://macetech.com/blog/node/81
5. http://www.popsci.com/diy/article/2009-01/really-tiny-tinycylon
6. http://www.bobhobby.com/2008/04/22/usb-physical-hit-counter-based-on-avr-attiny25/
7. http://blog.flipwork.nl/?x=entry:entry081009-142605
8. http://www.rickard.gunee.com/projects/video/pic/howto.php
9. http://www.retroleum.co.uk/electronics-articles/pal-tv-timing-and-voltages/
10. http://www.swharden.com/blog/2010-11-24-atmega48-lm335-max232-serial-port-multi-channel-temperature-measurement/
11. http://scanlime.org/2008/09/using-an-avr-as-an-rfid-tag/
12. http://scanlime.org/2008/08/simplest-rfid-reader/

13. http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/FinalProjects/s2006/cjr37/Website/index.htm
14. http://memweb.newsguy.com/~rhuang/RFID/rfid.html
15. http://www.sics.se/~kalle/projects/daphne/RFID/
16. http://www.swharden.com/blog/2011-01-28-home-brew-transceiver-taking-shape/
17. http://www.swharden.com/blog/2011-03-14-frequency-counter-finished/
18. http://www.ermicro.com/blog/?p=1050
19. http://www.senita.de/index.php?option=com_content&view=article&id=47
20. http://mbed.org/users/romilly/notebook/mcp23s17-addressable-16-bit-io-expander-with-spi/
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35. http://tronixstuff.wordpress.com/2010/09/28/moving-forward-with-arduino-%E2%80%93-chapter-18-%E2%80%93-rgb-led-matrix

Kapitola 44. Virtuální procesory

Nevím kam zařadit tohle téma a tak jsem mu prozatím přiřadil samostatnou část v kapitole o elektronice ačkoliv je to více o software.

Virtuální procesory jak již název napovídá nejsou skutečné v tom významu že bychom je mohli vidět jako čipy. Jsou to jen kontrukce které jsou realizovány programem běžícím na skutečných procesorech. Jejich přínos je zejména v tom, že standardizují platformu, byť na virtuální úrovni a umožňují tak provozovat programy pro ně napsané na odlišných typech skutečných procesorů. Jako příklad bych uvedl virtuální stroje/procesory pro jazyk Java či Scheme. Nebo z jiné strany Zork vyvinutý pro psaní her firmou Infocom.

Odkazy:
- MIX[1]
- MMIX[2]
- SECD[3]
-
-
-

44.1. Zork

Odkazy:
- Z-Machine Standards[4]
-
-
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/MIX
2. http://en.wikipedia.org/wiki/MMIX
3. http://en.wikipedia.org/wiki/SECD_machine
4. http://www.inform-fiction.org/zmachine/standards/index.html

VIII. Periferie a rozhraní

* *Zvážit jestli by nebylo vhodné tento oddíl zahrnout do oddílu VII – „Mikroprocesory a mikrořadiče“.*

Kapitola 45. Sério-paralelní registry

Odkazy:

- Expanded I/O using 74165 and 74595[1]

Zde jsou jednoduchá zapojení sériových registrů. Používají se pro rozšíření počtu vstupních či výstupních linek na úkor času. Používané obvody jsou:

- 74HC164 — 8-bit Serial-Input/Paralel-Output
- 74HC165
- 74HC166 — 8-bit Parallel-Load Shift Registers
-
- 74HC595
- 74HC597

Poznámky

1. http://www.blitzlogic.com/exp_io.htm

Kapitola 46. SD/MMC

Odkazy:

- Digital electronics and programing: Real schematik for interfacing One SD/MMC card to atmega microcontrollers[1]
-

Konstrukce:

-

46.1. Připojení MMC k AVR ATmega

Konstrukce:

- Atmel ATmega (ATmega16 / ATmega32) - MMC (Multi Media Card) Flash Memory Extension[2]
-

Pokud má náš procesor jiné napájecí napětí, například 5V jako je v uvedené konstrukci, musíme rozhrani MMC karty přizpůsobit. Pokud nechcem riskovat poškození karty napětím 5V.

- Napájecí napětí pro kartu MMC/SD je získáno pomocí stabilizátoru, například Low Drop Voltage stabilizátoru LD1086V33 nebo jiného. Low Drop proto, aby mu na vstupu stačilo 5V jimiž je napájen procesor.
- Karta je připojena k sériovému SPI rozhraní MCU. Využijem tím hardware který máme v procesoru k dispozici a ušetříme výkon pro vlastní aplikaci.
- Vývody SCK, MOSI, a SS jsou připojeny na odpovídající vývody rozhraní karty (SCK⟶CLK, MOSI⟶DataIn, SS⟶!CS) jsou připojeny přes odporové děliče. Přesně na vývod porocesoru je připojen odpor 1.8kΩ tento odpor je pak druhým vývodem připojen na rozhraní MCU a toto rozhraní je pak dalším odporem o hodnotě 3.3kΩ připojeno k zemi.
- Vývod DataOut rozhraní MMC/SD je připojen přímo na vstup rocesoru MISO. Výstupní napětí na tomto vývodu spolehlivě stačí procesoru k rozeznání Log 1.

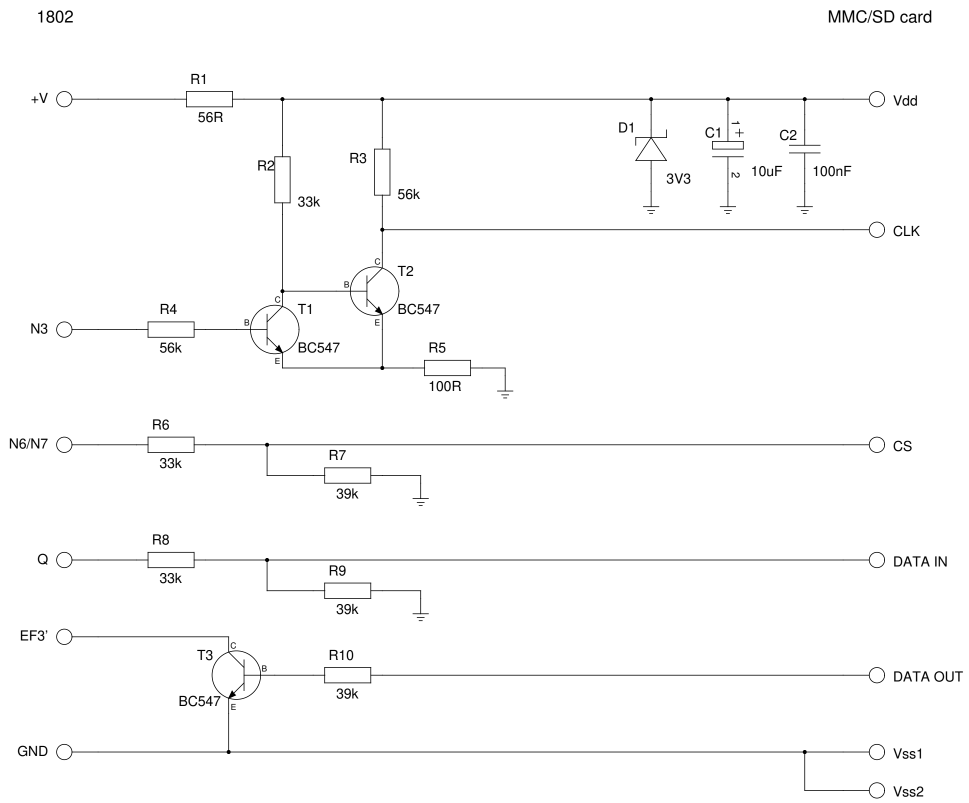
Ukázkové připojení je vidět například na http://www.captain.at/electronic-atmega16-mmc-schematic.png.

46.2. Připojení k CDP 1802

Odkazy:

- the Cosmac 1802 handheld computer[3]

Obrázek 46-1. The 1802 MMC/SD interface circuit



Poznámky

1. http://digitalelectronicsandprograming.blogspot.com/2008/10/real-schematik-for-interfacing-one.html
2. http://www.captain.at/electronic-atmega-mmc.php
3. http://ringcomps.co.uk/hhc/

Kapitola 47. LCD a LED displeje

Odkazy:

- Berty's Home Pege[1]
- LCDInfo.com[2]

47.1. Řadiče zobrazovacích jednotek

Odkazy:

- pcd8544[3]
-

* *Až přibude řadičů, bude potřeba je roztřídit podle výrobců.*

47.1.1. PCD8544

Tento řadič je použit v řadě malých displejů, zejména displejů v mobilních telefonech 47.2.2

TBD;

47.1.2. PCDF8814

Tento řadič je použit v displejích mobilních telefonů jako jsou LCD Nokia 1100

47.1.3. ST7548T

Odkazy:

- Datasheet pro ST7548T[4]

Tento řadič je použit v desiplejích mobilních telefonů LCD Nokia 3310

47.2. Displeje z mobilů a jiných zařízení

Odkazy:

- MT LCD - knihovny, schemata, odkazy[5]

Obchody kde se dá koupit:

- Náhradní díly a příslušenství na mobily[6]
- amilo s.r.o.[7]

Články:

- Epson S1D15G10 Nokia LCD (Work In Progress)[8]
-

•

Odkazy na displeje:

•

Nokia 5110/6110:

- Xmob.cz[9] — 236Kč (2008-11-18)
-

•

Nokia 8210/8250:

- Xmob.cz[10] — 240Kč (2008-11-18)
-

•

Nokia 3410/3350:

- Xmob.cz[11] — 298Kč (2008-11-18)
-

•

Siemens

- Using the Siemens S65-Display[12]
-

•

Nokia

- — xKč (2008-00-00)
-

Tabulka 47-1. Informace o monochromatický LCD displejích

typ, označení	použit v mobilech	používané řadiče	velikost v pixelech	poznámka
	LCD Nokia 3310	PCD8544, ST7548T	84*48	
	LCD Nokia 1100	PCF8814	96*65	
	Nokia 3510		98*67	

Tabulka 47-2. Parametry displejů

Typ	Rozměry	Barvy	Napájení	řadič	poznámka
Nokia 1100	96*68	monochrome	2.8	PCF8814	

Typ	Rozměry	Barvy	Napájení	řadič	poznámka
Nokia 3310/3330	84*48	B&W	2.7-3.3	pcd5844	220Kč
Nokia 5110, 6110					236Kč
Nokia 8210, 8850					240Kč
Nokia 6100, 7210, 6610, 7250, 6220	132*132	12b	3.3V	Epson S1D15G10, Philips PCF8833	299Kč
Nokia 1110, 1110i					299Kč
Nokia 6210					340Kč
Nokia 6510					359Kč
Nokia 1112					368Kč
Nokia 3510i					388Kč
Nokia 5200, 6060, 6070, 6080, 6101, 6103, 6125, 6151, 7360	128*160	18b			498Kč
Nokia 3610, 5000, 5220, 7210, 7210	240*320				342Kč
Nokia 6200, 6301, 6120, 6124, 6555, 8600, 5310, 5320, 6121, 7500	240*320				585Kč
Nokia 6310, 6310i	96*65	monochrome			link1[13]

- Nokia 5200[13]
- Nokia 5200[14]
- Originální LCD displej pro Nokia 5200, 6060, 6070, 6080, 6101, 6103, 6125, 6151, 7360 - vnitřní[15]
-
-

47.2.1. Nokia 1100

47.2.2. Display pro mobil Nokia 3310/3330

Odkazy:

- Nokia 3310 LCD[16]
- Connect Nokia 3310 LCD to LPT port[17]
- Kousek diskuze k problémům s displeji (nový řadič)[18]
- LCD Nokia 3310[19] on YouTube
- LCD do PC z Nokie 3310[20]
- NOKIA 3310 LCD interfacing with ATmega8[21] (plošňáček)

Kde se dá display sehnat:

- Xmob.cz[22] — 220Kč (2008-11-18)
- Nokia 3310 LCD Driver using a PIC[23]
- LCD display pro Nokia 3310/3330[24] — 180Kč (2008-11-18)
- Nakupuj levně LCD display Nokia 3310[25]
-

Konstrukce:

- Levný LCD teploměr[26]
-
-
-

Technické parametry:

- Rozlišení displeje: 84*48 bodů.
- Napětí: 2.7 až 3.3V
- Použité řadiče: PCD8544 v původních displejích, později nahrazen ST7548T
-
-

V tomto mobilu je použit displej Phillips PCD8544.

Popis signálů

Vdd

Napájecí napětí 2.7 - 3.3V.

SCLK — *serial clock input*

SDIN — *serial data input*

D/!C — *data/!command*

!SCE — *chip enable*

GND

Zem, 0V.

Vout

Mezi tento vývod a GND se připojí elektrolytický kondenzátor o kapacitě 1 až 10 textmuF

!RES — *external reset input*

Po připojení jednoho vzorku displeje k MCU a pokusu jej oživit jsem mimo jiné narazil na problém posunutého obrazu. Na první pohled to vypadalo, jako by displej zobrazoval o 3 řádky níž než by měl. Po důkladném prozkoumání jesm pojal podezření jenž se potvrdilo. Můj vzorek má zcela jiný řadič než js původní PCD8544 a to ST7548T. Tento řadič obslouží displeje až do velikosti 102*66 bodů.

Zapojení vývodů displeje Nokia 3310. Při pohledu ze zadu displeje, kdy konektor je nahoře, jsou kontakty číslované z leva do prava.

1. Vdd
2. Sck
3. Sdin
4. D/C
5. Sce
6. Gnd
7. Vout
8. Res

Obrázek 47-1. Ukázka displeje z Nokia 3310

Tabulka 47-3. Zapojení vývodů Nokia3310 na připájeném plochém vodiči

barva	signál
hnědá	Vdd
červená	Sck
oranžová	Sdin
žlutá	D/C
zelená	Sce
modrá	GND
fialová	Vout
šedá	Res

Veškerá komunikace s displejem se odehrává na vodičích !SCE, D/!C, SCLK, SDIN a RES. Vývod GND je spojen se zemí, na pájecí napětí cca 3V je přivedeno na Vcc a mezi Vout a GND se připojí elektrolytický kondenzátor o kapacitě 1 až 10textmuF.

Tabulka 47-4. Připojení displeje k MCU AVR

displej		
VDD	+3V	
SCLK	SCK	
SDIN	MOSI	
D/!C		

displej		
SCE	!SS	
GND	GND	
VOUT	elyt.kond. 1-10 textmuF proti GND	
!RST		

Pokud chceme použít vnitřní SPI hardware, tak zálečí na připojení vývodů SCK-SCLK, MOSI-SDIN, u ostatních vy měly stačit libovolné volné piny.

Obrázek 47-2. Připojení N3310 k ATtiny461

```
                           +3V -----| VDD
             PA2 (SCK) ------------| Sck
             PA0 (MOSI,DI,SDA) ----| Sdin
                                    | D/C
                                    | Sce
                GND ----+----------| GND
                        +---| |----| Vout
                                    | Res


                    +----+--+----+                                   +----
 (MOSI/DI/SDA/!OC1A/PCINT8) PB0 | 1  +--+  20| PA0 (ADC0/DI/SDA/PCINT0)          | VDD
      (MISO/DO/OC1A/PCINT9) PB1 | 2        19| PA1 (ADC1/DO/PCINT1)
(SCK/USCK/SCL/!OC1B/PCINT10 PB2 | 3        18| PA2 (ADC2/INT1/USCK/SCL/PCINT2)
            (OC1B/PCINT11) PB3 | 4        17| PA3 (AREF/PCINT3)
                           VCC | 5        16| AGND
                           GND | 6        15| AVCC
(ADC7/!OC1D/CLKI/XTAL1/PCINT12) PB4 | 7        14| PA4 (ADC3/ICP0/PCINT4)
 (ADC8/OC1D/CLKO/CTAL2/PCINT13) PB5 | 8        13| PA5 (ADC4/AIN2/PCINT5)
        (ADC9/INT0/T0/PCINT14) PB6 | 9        12| PA6 (ADC5/AIN0/PCINT6)
        (ADC10/!RESET/PCINT15) PB7 |10        11| PA7 (ADC6/AIN1/PCINT7)
                    +------------+
```

47.2.3. Nokia 3510, 3510i LCD

Odkazy:
- Nokia 3510, 3510i LCD Pinouts[27]
- Nokia 3510 Specifications[28]
- Nokia Farbdisplay 3510i[29]

Parametry N3510i:
- Velikost obrazu: 98*67 bodů
- Počet barev: 4096
- Technologie: CSTN

Parametry N3510:
- Velikost obrazu: 98*67 bodů
- Počet barev: B/W
- Technologie: FSTN
- Řadič: PCF8814

Tabulka 47-5.

Pin	Signál
1	!Reset
2	!Cs
3	Gnd
4	Sdata
5	Sclk
6	Vdigital 1.8V
7	Bbooster in 2.7V
8	Vlcd max 12V

47.2.4. Siemens S65

Odkazy:

- Using the Siemens S65-Display[30] by Christian Kranz, October 2005
-
-

* *Siemens used for the mobile phones S65, M65, CX65 and SK65 a 16-bit color TFT display with 132x176 pixel.*

Poznámky

1. http://sandiding.tripod.com/Bertys.html
2. http://forum.lcdinfo.com/index.php
3. http://serdisplib.sourceforge.net/ser/pcd8544.html
4. http://www.sitronix.com.tw/sitronix/product.nsf/Doc/ST7548T
5. http://www.mcu.cz/forum/viewtopic.php?f=513&t=1344
6. http://www.dily-na-mobily.cz/
7. http://www.amilo.cz/
8. http://www.arduino.cc/playground/S1D15G10NokiaLCD/S1D15G10NokiaLCD
9. http://www.xmob.cz/k_16-Nokia-LCD-displeje-flex-kabely-folie-na-display/p_nlcd653-Originalni-LCD-displej-pro-Nokia-5110-6110
10. http://www.xmob.cz/k_16-Nokia-LCD-displeje-flex-kabely-folie-na-display/p_nlcd659-Originalni-LCD-displej-pro-Nokia-8210-8850
11. http://www.xmob.cz/k_16-Nokia-LCD-displeje-flex-kabely-folie-na-display/p_nlcd608-Originalni-LCD-displej-pro-Nokia-3410-3350-komplet
12. http://www.superkranz.de/christian/S65_Display/DisplayIndex.html
13. http://mobil.idnes.cz/nokia-5200-c57-/katalog.asp?nazev=5200&sa=HLEDEJ&id=497
14. http://www.esato.com/phones/index.php/phone=258
15. http://www.xmob.cz/k_16-Nokia-LCD-displeje-flex-kabely-folie-na-display/p_nlcd610-Originalni-LCD-displej-pro-Nokia-5200-6060-6070-6080-6101-6103-6125-6151-7360-vnitrni

16. http://www.myplace.nu/mp3/nokialcd.htm
17. http://www.scienceprog.com/connect-nokia-3310-lcd-to-lpt-port/
18. http://www.edaboard.com/ftopic324477.html
19. http://www.youtube.com/watch?v=OZgKUa2y9tg
20. http://portal.sedf.net/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=28
21. http://www.dharmanitech.com/2008/09/nokia-3310-lcd-interfacing-with-atmega8.html
22. http://www.xmob.cz/k_16-Nokia-LCD-displeje-flex-kabely-folie-na-display/p_nlcd651-Originalni-LCD-displej-pro-Nokia-3310-3330
23. http://www.100acre.org/elec/nokia_lcd/
24. http://www.amilo.cz/index.php?productID=1418
25. http://nakupujlevne.eu/mobilni-telefony/nokia/lcd-display-nokia-3310/
26. http://hw.cz/teorie-praxe/konstrukce/art2134-levny-lcd-teplomer.html
27. http://sandiding.tripod.com/ni3510.html
28. http://stats.getjar.com/device/Nokia/3510
29. http://www.xmail.net/martin-k/display.htm
30. http://www.superkranz.de/christian/S65_Display/DisplayIndex.html

Kapitola 48. JTAG

Odkazy:

- JTAG[1]
-
-

Poznámky

1. http://www.freelabs.com/~whitis/electronics/jtag/

Kapitola 49. USB

Odkazy:

- USB[1]
- USB Designer Links[2]
- USB1.1 Integrated Circuits & Development Boards[3] from Beyond Logic
- USB Made Simple[4] — A Series of Articles on USB
- USB in NutShell[5]
-

49.1. Fyzická vrstva

Fyzicky je US realizováno 4 vodičovým kabelem se speciálními, tzv. USB konektory. Těchto konektorů je více typů a velikostí.

Kabelem jsou propojena vždy dvě usb zařízení. Pokud potřebujeme připojit více zařízení, využíváme tzv USB HUB který má více konektorů a je tím pádem základním stavebním kamenem stromové struktury.

4 vodiče USB kabelu jsou tyto:

Tabulka 49-1. USB kabel/konektor

pin	barva	význam/funkce
1	červená	V_{BUS} (5 Volt)
2	bílá	D-
3	zelená	D+
4	černá	Ground

49.2. Čipy

Součástky které nám pomohou s realizací USB rozhraní.

Odkazy:

- **USB Slave**
  - PDIUSBD12 FAQ[6]
  - Micro-USB Module[7] — USB bust to micro adapter built on CP2102 chip
  - FT245[8] — USB FIFO (USB Parallel)
  - FT232[9] — USB to Serial
  - FT2232[10] — USB to Serial
  -
  -
- **USB Host**
  - FTDI VNC1L T/R - Vinculum USB Host Controller Device #16620[11]
  -

49.3. Konstrukce

- World' Smallest Low-speed USB Analyzer (Atapchi)[12] — pužit SX Scenix (kompatibilní z PIC)
- California Dreamin SX USB Keyboard Demo[13]

49.4. Převodníky USB⟷RS232

*

49.4.1. USB ⟷ RS232TTL z kabelu NOKIA

*

Odkazy:

- Identificando pines del DATA CABLE de USB a serial [14]
- DIY USB to Serial Cable For $3![15]
- Use a Nokia Serial Cable on an ARM9 Linkstation[16]
- Cost effective (cheap!) USB Serial cable for any project[17]
- AddASerialPort[18] Why Add A Serial Port? Because you can!!
- Nokia Pop-port connector pinout[19]
- Pinouts for Nokia Pop-Port[20]
- HwB Pop-Port[21]
- FAQ1: Nokia Data / Connectivity Cables DKU-2 DKU-5 CA-42 CA-53[22]
-
-
-

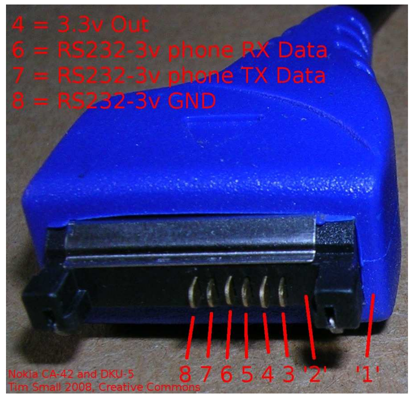
Převodníky USB RS232 TTL se dají postavit z USB čipů. Dají se i koupit hotové ve formě kabelů či malých destiček. Cena takových řešení se obvykle pohybuje od $10 do $30. Cenově zajímavou alternativou je použít kabely k mobilním telefonum NOKIA. Jejich cena je, při nákupu u čínských obchodníků na Ebay, okolo $2.

Tabulka 49-2. Použitelné kabely

typ	počet vodičů	
CA-42	3	Podle HwB Pop-Port[23] se jedná o novější variantu DKU-5 jenž má maximální rychlost 230400 bps.
DKU-5	4	Maximální rychlost 115200 bps
C-261		nezkoušeno
DKU-2		čistý USB kabel
CA-53		čistý USB kabel
CA-70		čistý USB kabel

Nejdříve zapojení konektoru na straně mobilního telefonu. Našel jsem následující obrázek.

Obrázek 49-1. Zapojení konektoru NOKIA



Podařilo se mi najít stránku se zapojením konektoru Nokia[23], z této stránky je následující tabulka.

Tabulka 49-3. Zapojení konektoru nokia

pin	název	popis
1	Vin	Charger input
2	GND	Charger ground
3	ACI	Accessory Control Interface / Auto Connect Ignition, (short with pin 2 for handsfreerecognition)
4	V Out / Vdd+	For Hansfree (ex. HS-23): microchip power supply
5	USBPowDet	USB Power Detection, (USB Vcc +5V)
6	FBus Rx/USB D+	F-Bus or USB
7	FBus Tx/USB D-	F-Bus or USB
8	GND	Data GND (USB GND)
9	X Mic -	Audio in - External Microphone
10	X Mic +	Audio in - External Microphone
11	HS Ear L-	Audio out - External Audio out - left channel
12	HS Ear L+	Audio out - External Audio out - left channel
13	HS Ear R-	Audio out - External audio out - right channel
14	HS Ear R+	Audio out - External audio out - right channel
plášť	GND	shiled GND

49.4.1.1. CA-42

* ***Attributy:*** *id="CA-42"*

Toto je první kabel, který jsem zkoušel. Bylo to tak trochu omylem, chtěl jsem objednat DKU-5, ale na webu v článku bylo zaměněné označení a tak jsem objednal CA-42. Po zapojení fungoval bez problémů, na první pokus.

* *Obrázky dodám jak budu "vyrábět" další kabel.*

Tabulka 49-4. Zapojení kabelu CA-42

barva	funkce	pin Nokia
modrá	phone TX	7
červená	phone RX	6
oranžová	GND	8

49.4.1.2. DKU-5

* ***Attributy:*** *id="DKU-5"*

Odkazy:

- serial cable analog (original DKU-5 is an USB cable with complicated schematic)[24]

Tento kabel by měl mít i vodič s napájením z USB. Kabel je tedy čtyřžilový. Jak je na obrázku vidět, přestřižený kabel má čtyři vodiče. Koncovka kabelu a vlastně celý kabel je v černé barvě. Konektory na obou stranách jsou nerozebíratelné. Na USB konektoru není označení typu kabelu, jak je tomu v případě kabelu CA-42. Ale to může být způsobeno tím, že nálepka s označením nedržela, či upadla. Ostatně u CA-42 mi nejspíš upadne taky.

Obrázek 49-2. Pohled na přestřižený kabel DKU-5

Nyní identifikace jednotlivých vodičů. Jak již bylo psáno jinde na internetu, je třeba u každého kabelu prověřit zapojení vodičů. Nemůžeme se slepě spoléhat na to jak byl zapojený poslední kabel který jsme si upravovali.

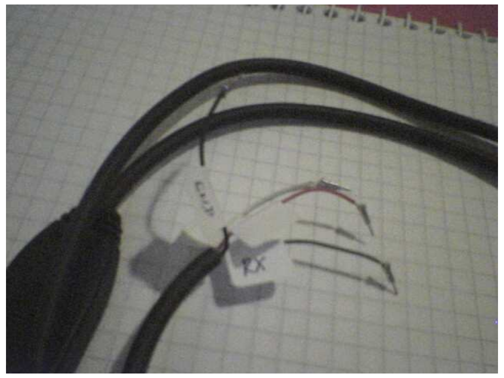
Tabulka 49-5. Zapojení kabelu DKU-5

barva	funkce	pin Nokia
bílá	phone TX	7
červená	*neznámá*	5
zelená	phone RX	6
černá	GND	8

Tak takhle jsem naměřil konektor k Nokii. Co mě mate, že jsem čekal zapojení pinu 4 a ne pinu 5 jak jsem naměřil. Rozdílů je více. Podle odkazů, které jsem našel na internetu, má mít DKU-5 kabel pět vodičů, já vidím jen čtyři. Červený vodič vede na pin konektoru Nokie o kterém nic nevím. Pokud jsem zkoušem měřit napětí na červeném vodiči po zasunutí kabelu do USB konektru, doměřil jsem se proti zemi 0.09 V. Podle popisu konektoru k Nokii, jenž je uveden o pár stran dříve, má na tomto pinu být plné napětí USB.

Takž zapájet nožičky, používám nožičky z precizní patice, a odzkoušet. Na kontaktním poli mám něco složeného, takže jsem vyměnil jeden USB-RS232TTL kabel za tento. Funguje.

Obrázek 49-3. Pohled na nožičky hotového kabelu DKU-5



Papírky na vidičích používám kvůli označení. Na barvy se nelze spoléhat, různé kabely je mají jinak, viz kabel CA-42.

49.4.2. Kabel s PL2303HX na EBay

*

Odkazy:

- 2 x PL2303 USB/TTL/RS232 Serial Port Converter Module[25] u obchodníka cxw6712[26] na ebay
-

Tabulka 49-6. Zapojení kabelu

barva	signál
černá	GND
zelená	TxD
bílá	RxD
červená	+5V

Poznámky

1. http://www.faculty.iu-bremen.de/birk/lectures/PC101-2003/14usb/FINAL%20VERSION/usb_protocol.html
2. http://homepage.hispeed.ch/ibhdoran/usb_link.html
3. http://www.beyondlogic.org/usb/usbhard.htm
4. http://www.usbmadesimple.co.uk/index.html
5. http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/
6. http://www.asalzadeh.netfirms.com/pdiusbd12_faq.htm

7. http://www.dontronics-shop.com/4d-micro-usb.html
8.
9.
10.
11. http://www.dontronics-shop.com/ftdi-vnc1l-t-r-vinculum-usb-host-controller-device.html
12. http://www.sxlist.com/techref/io/serial/usb/atapchi/index.html
13. http://www.sxlist.com/techref/scenix/lib/io/dev/keys/usbdemo-mh.htm
14. http://www.microsln.com/msln/index.php?option=com_content&view=article&id=15:identificando-pines-del-data-cable-de-usb-a-serial
15. http://www.uchobby.com/index.php/2009/10/04/diy-usb-to-serial-cable-for-3/
16. http://buffalo.nas-central.org/index.php/Use_a_Nokia_Serial_Cable_on_an_ARM9_Linkstation
17. http://vikram.eggwall.com/computers/usb_cable/index.html
18. http://www.nslu2-linux.org/wiki/HowTo/AddASerialPort
19. http://pinouts.ru/CellularPhones-Nokia/nokia_pop_pinout.shtml
20. http://nokia-tuning.net/index.php?s=pinout_popport
21. http://www.hardwarebook.info/Pop-Port
22. http://www.howardforums.com/showthread.php/832865-FAQ1-Nokia-Data-Connectivity-Cables-DKU-2-DKU-5-CA-42-CA-53
23. http://nokia-tuning.net/index.php?s=pinout_popport
24. http://pinouts.ru/CellularPhonesCables/nokia_dku-5_cable_pinout.shtml
25. http://cgi.ebay.co.uk/2-x-PL2303-USB-TTL-RS232-Serial-Port-Converter-Module-/220663968695
26. http://stores.ebay.co.uk/cxw6712

Kapitola 50. Prostorová a orientační čidla

50.1. Kompas

- Finding The Way - HMC6352 Digital Compass[1]
- Compass Module - HMC6352[2] na SparkFun

Poznámky

1. http://www.nearfuturelaboratory.com/2009/03/14/finding-the-way-hmc6352-digital-compas
2. http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id=7915

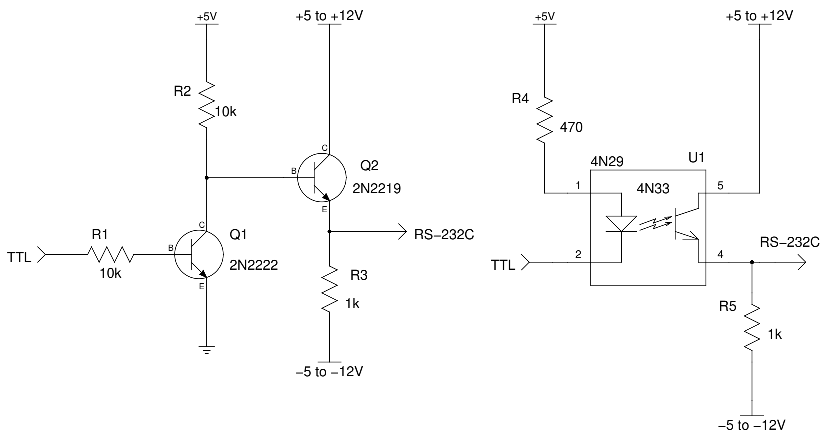
Kapitola 51. Sériová komunikace

51.1. RS232

Odkazy:

- RS-232[1] na české Wikipedii
- The RS232 STANDARD[2] A Tutorial with Signam Names and Definitions
- RS232 serial cables pinout[3]
- RS232 Data Interface[4] a Tutorial on Data Interface and cables

Obrázek 51-1. Převodník TTL⟷RS232C s trazistorů a optočlenu



* *images/geda/ciarcia_rs232c.sch, 800x600*

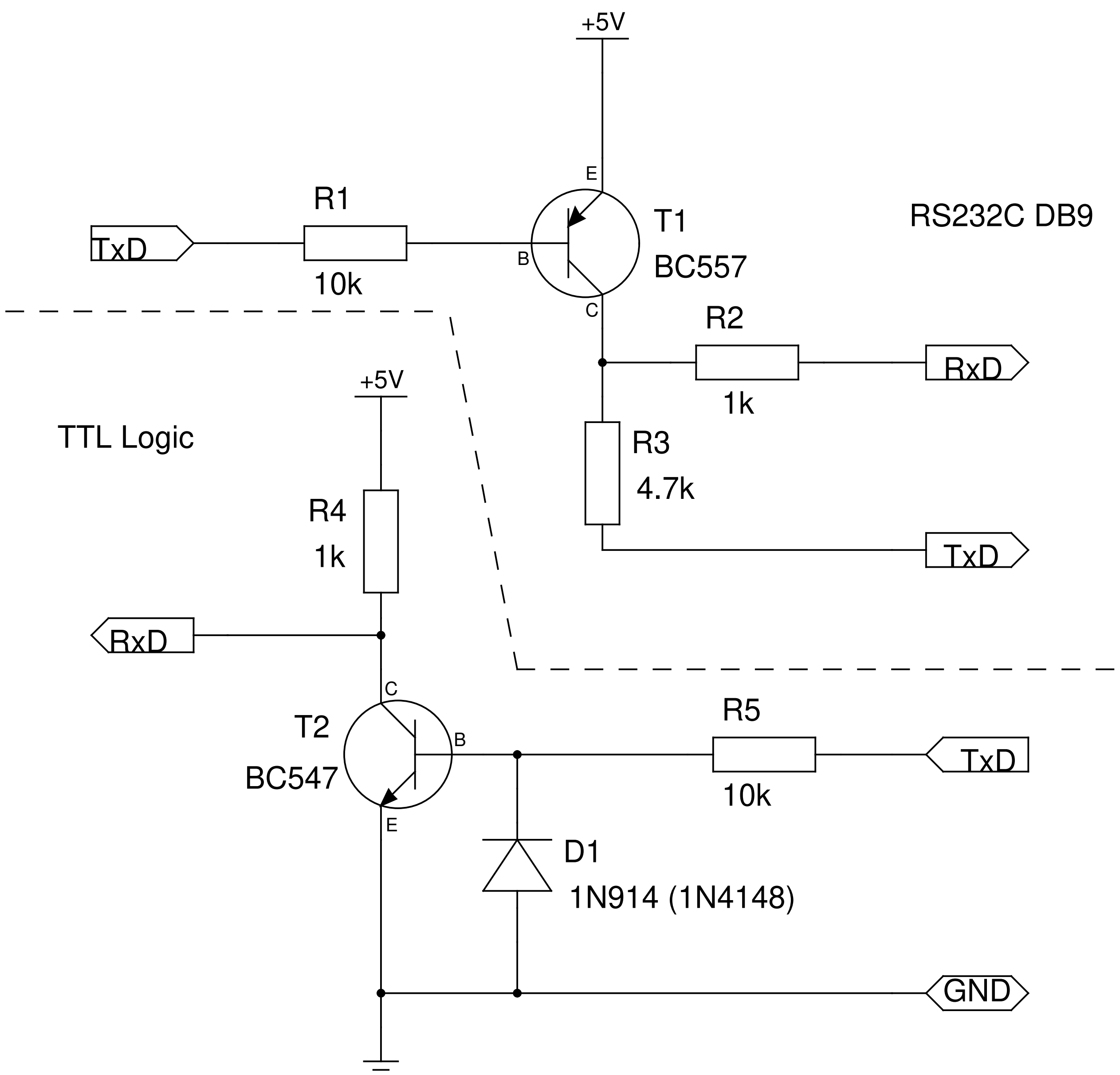
51.1.1. Převodník napěťových úrovní z tranzistorů

*

Odkazy:

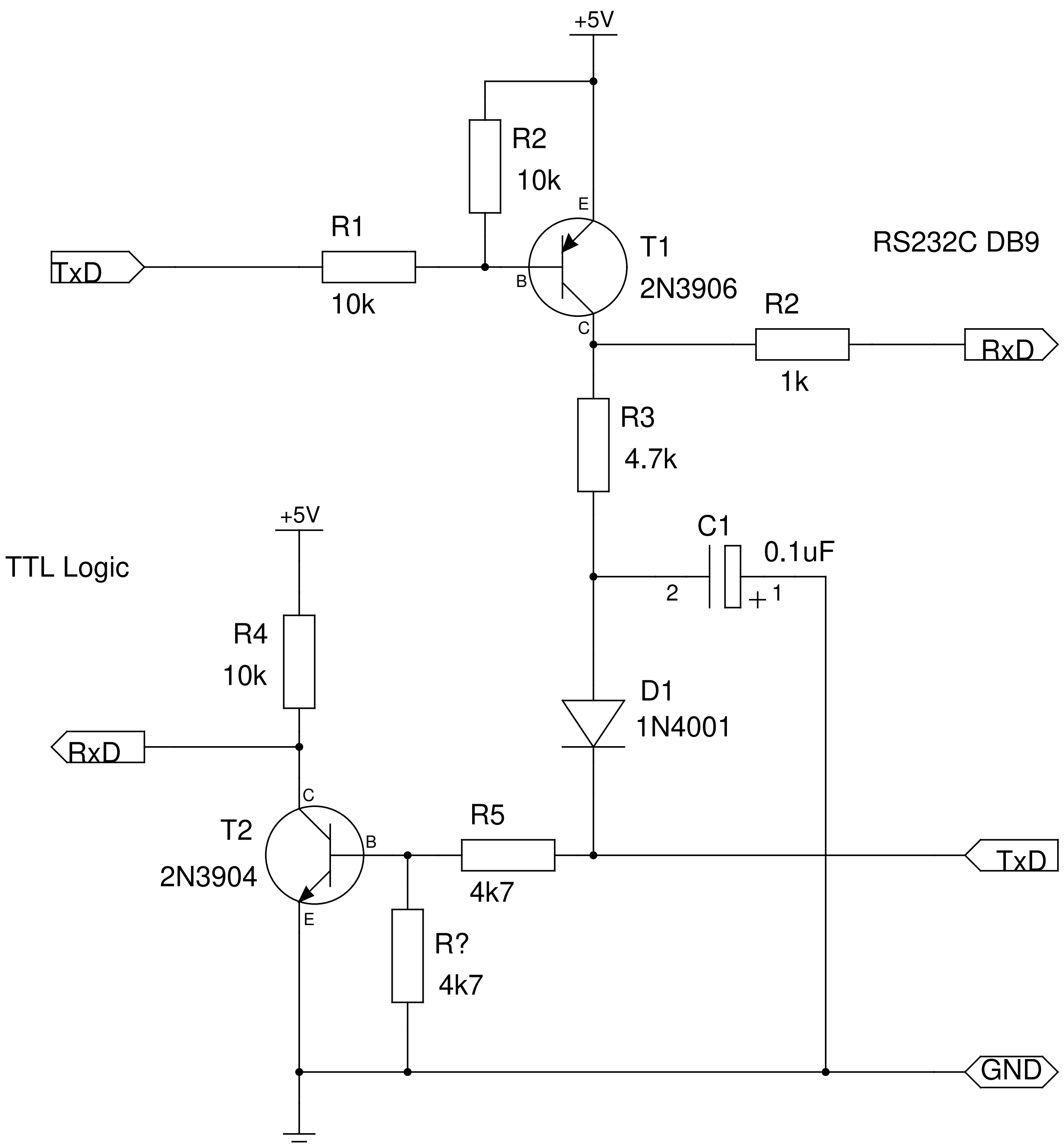
- Simple RS232C Level Converter using Transistors[5]
- TTL to RS232 adaptor Explained[6]
- Alternatives of MAX232 in low budget projects[7]
- Simple RS232 to logic level converter[8] for PIC micros / TTL / CMOS
- TTL to RS232 Signal Conversion[9]
- RS232 Transceiver Circuits[10]
- RS232 Interface[11]
- construction tips[12]
- RS232 transceiver circuits[13]

Obrázek 51-2. Jednoduchý převodník úrovní TTL⟷RS232C



* *images/geda/RS232C-level-converter, 640x480*

Obrázek 51-3. Druhý jednoduchý převodník úrovní TTL⟵⟶RS232C



* *images/geda/RS232C-level-converter2, 640x480*

Další zapojení s trazinstory lze nalézt na konstrukci Single Sided Board[14].

* *TODO: Překreslit v gschem!*

51.1.2. USB ⟷ RS232-TTL sériový kabel

Odkazy:
- DIY USB to Serial Cable For $3![15]
- TTL-to-Serial for dummies (OpenWRT Serial Console)[16]
- Use a Nokia Serial Cable on an ARM9 Linkstation[17]
- How-To Convert a Cheap USB to Serial Cable For TTL[18]
-
-

Koupil jsem si kabel k telefonu CA-42 s tím, že jej podle návodu upravím na USB⟷TTL pro Arduino.

Po zasunutí kabelu do počítače se v systémovém deníku objeví jak byl rozpoznán:

```
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3796.986935] usb 2-2: new full speed USB device using uhci_hcd and address 5
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.147235] usb 2-2: configuration #1 chosen from 1 choice
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.149376] usb 2-2: New USB device found, idVendor=067b, idProduct=2303
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.149382] usb 2-2: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=0
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.149387] usb 2-2: Product: USB-Serial Controller
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.149390] usb 2-2: Manufacturer: Prolific Technology Inc.
Aug  9 17:29:26 vanor NetworkManager: <debug> [1281367766.561600] nm_hal_device_added(): New device added (hal udi is '/org/freedesktop/Hal/devices/usb_device_67b_2303_noserial').
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.509743] usbserial: USB Serial support registered for pl2303
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.509743] pl2303 2-2:1.0: pl2303 converter detected
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.521350] usb 2-2: pl2303 converter now attached to ttyUSB0
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.521350] usbcore: registered new interface driver pl2303
Aug  9 17:29:26 vanor kernel: [ 3797.521350] pl2303: Prolific PL2303 USB to serial adaptor driver
```

Na zařízení jsem změřil který pin vede kterým kabelem.

Tabulka 51-1. Barvy vodičů

signál	barva
GND	oranžová
TX	červená
RX	modrá

51.2. RS422, TIA/EIA-422

Odkazy:
- TIA/EIA-422 Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits[19]

51.3. RS485, EIA/TIA-485

Odkazy:
- RS-485 Bus[20]
- RS-485 bus made from some DS3695's[21]
- Serial ports and making things[22]
- EDAboard.com Forum Index -> Microcontrollers -> master/slave 8051[23]

- Ten ways to bulletproof RS-485 interfaces[24] !!!
- THE ART AND SCIENCE OF RS-485[25] on Circuit Cellar
- DMX512
- Designing RS-485 Circuits[26] na Lakeview Research
- Basics of the RS-485 Standard[27]
- Application Note 763: Guidelines for Proper Wiring of an RS-485 (TIA/EIA-485-A) Network[28]
-
- RS485 card for gaming machines[29] [1997-10-18]
- Reduce Power In Your RS-485 Network[30] [2010-09-21]
- PDF Networking Topology (EIA/TIA/RS485)[31] od Integrity Instruments Incorporated
-
-
-

Sériová sběrnice která pro přenos používá dvou (tří vodičů). Datový signál je přenášen symetricky po dvou vodičích, třetí vodič pak slouží jako společná zem. Dovoluje připojení až 32 zařízení (příjem/vysílání) na jeden segment. S použitím zařízení zvaných Repeaters (opakovače) je možno propojit více segmentů. Novější standard umožňuje za použití menších odporů připojení až 256 zařízení na společnou sběrnici (segment).

Maximální délka sběrnice je okolo 1200m a umožňuje přenosovu rychlost do 200kbps. Nejvyší rycholost je 10Mbps na sběrnici délky 50m.

Odkazy na součástky:

-
  #### Maxim
  - MAX3468/MAX3469 +5V, Fail-Safe, 40Mbps, Profibus RS-485 Transceivers[32]
  - MAX3463/MAX3464 +5V, Fail-Safe, 20Mbps, Profibus RS-485 Transceivers[33]
  - MAX3440E-MAX3444E +/- 15kV ESD-Protected, +/- 60V Fault-Protected, 10Mbps, Fail-Safe RS-485/J1708 Transceivers[34]
  - MAX1480[35]
  - MAX481,MAX483,MAX485,MAX487,MAX1487[36]
  - Explanation of Maxim RS-485 Features[37]
- MAX489EPD,CPD (DIL14)[38]
- SN65HVD179 5B Full-Duplex RS-485/RS-422 DRIVER AND BALANCED RECEIVER[39]
- ADM1485 od Analog Devices[40]
- ADM485E/ADM487E/ADM1487R od Analog Devices[41]
- DS96176 od National Semiconductor[42]
- LTC485[43]
- SN74LBC184[44]
- ST485[45]
-
  #### Texas Instruments
  - SN75176[46]
  - SN75176BP v obchodě GES Electronics[47]
- LTC485IN8[48]
- DS3695[49]
- Analog Devices RS-485 chips[50]

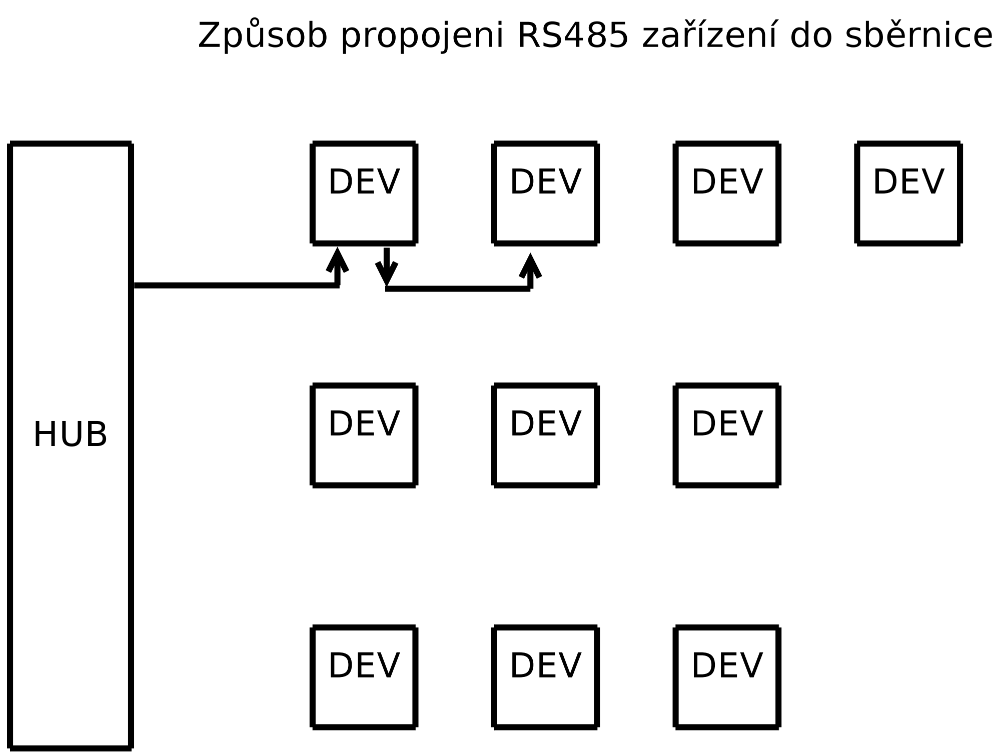
Tabulka 51-2.

označení	zatížení	poznámka
SN75176	1	
ST485	1/8	

Zapojení:

- A good schematics[51] using LTC485
- RS485 devices[52] using SN75176 and PIC16F628
- RS485 Repeater[53]
-
-

Obrázek 51-4.



51.4. MIDI

*

Odkazy:

- MIDI Information[54]
- MIDI-interface for Arduino[55]
- MIDI IN & OUT for the Arduino[56]
- Arduino Midi Library[57]
- CAN BUS: ARDUINO + MCP2515[58]
-

51.5. CAN

* ***Attributy:*** *id="CAN"*

Odkazy:

- Controller area network[59]
- MCP2515[60] — second generation stand-alone CAN controller
-
-

Poznámky

1. http://cs.wikipedia.org/wiki/RS-232
2. http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html
3. http://www.lammertbies.nl/comm/cable/RS-232.html
4. http://www.arcelect.com/rs232.htm
5. http://www.kmitl.ac.th/~kswichit/ap275/ap275.htm
6. http://www.uchobby.com/index.php/2007/06/11/ttl-to-rs232-adaptor-explained/
7. http://www.scienceprog.com/alternatives-of-max232-in-low-budget-projects/
8. http://picprojects.org.uk/projects/simpleSIO/ssio.htm
9. http://techref.massmind.org/techref/io/serial/ttl2rs232.htm
10. http://www.circuitlake.com/rs232-transceiver-circuits.html
11. http://www.botkin.org/dale/rs232_interface.htm
12. http://www.elmelectronics.com/ictips.html
13. http://www.coolcircuit.com/circuit/rs232_driver/
14. http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardSerialSingleSided
15. http://www.uchobby.com/index.php/2009/10/04/diy-usb-to-serial-cable-for-3/#more-492
16. http://neophob.com/2007/06/ttl-to-serial-for-dummies-openwrt-serial-console/
17. http://buffalo.nas-central.org/index.php/Use_a_Nokia_Serial_Cable_on_an_ARM9_Linkstation
18. http://sites.google.com/site/brandonselectronic/usbtottl
19. http://www.interfacebus.com/Design_Connector_RS422.html
20. http://www.interfacebus.com/Design_Connector_RS485.html
21. http://www.flickr.com/photos/cyberspace/3017168987/
22. http://www.wirewd.com/make/blog/serial_ports/
23. http://www.edaboard.com/viewtopic.php?t=197764&highlight=multipoint
24. http://www.edn.com/ednmag/archives/1996/080196/16df5.htm
25. http://www.circuitcellar.com/library/ccofeature/perrin0799/index.asp
26. http://www.lvr.com/rs-485_circuits.htm
27. http://www.bb-elec.com/tech_articles/rs485_basics.asp
28. http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/763
29. http://www.rtjcom.com/6811/jackpot/rs485-commspec.html

30. http://electronicdesign.com/article/design-solutions/Reduce-Power-In-Your-RS-485-Network.aspx
31. http://www.rs-485.com/download/485%20network%20topology.pdf
32.
33.
34.
35.
36.
37. http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/an_pk/367
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44. http://www.flickr.com/photos/35089060@N00/166469510/
45.
46.
47. http://www.ges.cz/?page=index&gesid=GES05000610
48.
49.
50. http://www.analog.com/en/interface/rs-485/products/index.html
51. http://www.mikroe.com/pdf/rs485_board_schematic.pdf
52. http://www.picbasic.co.uk/forum/attachment.php?attachmentid=2388&d=1204738043
53. http://www.picbasic.co.uk/forum/showthread.php?t=10136&s=0029d598831673d7a747b47d999f77e9
54. http://tomscarff.110mb.com/midi_info.htm
55. http://www.mrstockinterfaces.com/groups/wiki/wiki/99af5/Arduino___Microcontroller_Workshop.html
56. http://tomscarff.110mb.com/MIDI_IN_OUT_ARDUINO/midi_in_out_arduino.htm
57. http://timothytwillman.com/itp_blog/?page_id=240
58. http://real2electronics.blogspot.com/2010/06/can-bus-mcp2515.html
59. http://en.wikipedia.org/wiki/Controller_area_network
60. http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010406

Kapitola 52. Síťová komunikace

*

52.1. Ethernet

*

52.1.1. ENC28J60

Odkazy:

- ENC28J60[1] na stránkách Microchip
- ENC28J60[2] na české Wikipedii
-
-
-

Fakta/Vlastnosti:

- RAM Buffer 8192B
- obsluha dvou LED
- napájecí napětí 3.3V
- Hodinový kmitočet 25MHz
- Rozhraní směrem k MCU je SPI
- Programovatelná MAC adresa, MAC adresa není defaultně nastavena.
- Ethernet rozhraní 10Base-T
- Je k dispozici varianta v pouzdře DIL.
-
-

Obvod ENC28J60 výrobce Microchip je ethernetový řadič k použití s jednoduchými MCU. K připojení MCU k ethernetu stačí tento obvod, ethernetová zásuvka s vestaveným transformátorem, krystal a několik pasivních součástek.

BreakUp boardy, Bread Board komponenty a moduly:

- ENC28J60-H WORLD SMALLEST ENC28J60 ETHERNET CONTROLLER DEVELOPMENT BOARD[3] — od firmy Olimex
- SPINET - Ethernet ⟷ SPI[4]
- BOB-00765[5] — Ethernet Interface Board - ENC28J60 na Sparkfun
-
-
-

Konstrukce a návody:

- http://members.home.nl/bzijlstra/software/examples/enc28j60.htm
- An AVR microcontroller based Ethernet device[6]
- A watering controller that can be home networked[7] na Instructables
- A credit card sized Ethernet Arduino compatable controller board[8] na Instructables
- A Remotely Programable Relay Controller (Christmas Lights or Home Automation Controller)[9]
-
-

•

Pokud sháním RJ45 zásuvku k ENC28J60, hledáme "RJ45 filter", se zabudovaným transformátorem. Další vyhledávací řetězec je "RJ45 magnetics".

* *08B0-1X1T-06-F: AutoMDIX Ethernet Magjack with bright LEDs and magnetics*[10]

Co všechno potřebuju. Tedy seznam všech součástek k vytvoření ethernetového rozhraní:

Tabulka 52-1.

název	počet	kód Farnell	poznámka
ENC28J60-I/SP	1	1564402	
ethernet konektor s transformátorem, RJMG163218101NR	1	1357435[11]	
STEWART CONNECTOR SI-60062-F		1137983[11]	
odpory 49.9Ω 1%	4	9468609[11]	min 50ks
odpory 23.2kΩ 1%	1	9466746[11]	min 50ks

* *Hledání konektorů s transformátorem. Zkouším hledat řetězec "RJ45 filtered". Musím dále vyhodnotity tyto:*
* *RJ45-8N3-B od TYCO (1126569) — žádné informace o transofrmátoru, je li nějaký.*
* *RJMG201022610NR od AMPHENOL (1357422) — gigabit. filtry na všech párech.*
* *RJ45-8N-S od TYCO ELECTRONICS / CORCOM () —*
* *RJMG185118101LR od AMPHENOL (1357442) — vypadá dobře ale je SMT.*
* *RJMG163218101NR od AMPHENOL (1357435) —*
* *RJMG163217101NR*
* *RJMG163118101NR*

Tabulka 52-2. Dostupnost ENC28J60

typ	obchod/prodejce	datum	cena	sklad
ENC28J60-I/SP (28SDIP)	Farnell	2010-09-16	82.78	1017
ENC28J60/SP (28SDIP)	Farnell	2010-09-16	74.88	16

52.2. Modbus

*

Odkazy:
- Modbus[11] na Wikipedii
- Simply Modbus[12]
- modbusmaster[13] — Arduino class library for communicating with Modbus slaves over RS232/485
-

Tabulka 52-3.

Register	Data	Type	Table
1-9999	0000 - 270E	RW	Discrete Output
10001-19999	0000 - 270E	RO	Discrete Input
30001-39999	0000 - 270E	RO	Analog Input
40001-49999	0000 - 270E	RW	Analog Output

Tabulka 52-4. Kódy funkcí

Funkce	Akce	Název tabulky
01 (0x01)	Read	Discrete Output Coils
05 (0x05)	Write single	Discrete Output Coil
15 (0x0F)	Write multiple	Discrete Output Coils
02 (0x02)	Read	Discrete Input Contacts
04 (0x04)	Read	Analog Input Registers
03 (0x03)	Read	Analog Output Holding Registers
06 (0x06)	Write single	Analog Output Holding Register
16 (0x10)	Write multiple	Analog Output Holding Registers

52.3. Profibus

*

Odkazy:

- Profibus[14] na Wikipedii
-

Poznámky

1. http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en022889
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/ENC28J60
3. http://www.olimex.com/dev/enc28j60-h.html
4. http://pandatron.cz/?170&spinet_-_ethernet_--_spi
5. http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id=765
6. http://www.tuxgraphics.org/electronics/200606/article06061.shtml
7. http://www.instructables.com/id/A-watering-controller-that-can-be-home-networked/
8. http://www.instructables.com/id/A-credit-card-sized-Ethernet-Arduino-compatable-co/
9. http://www.instructables.com/id/A-Remotely-Programable-Relay-Controller-Christmas/
10. http://shop.tuxgraphics.org/electronic/detail_magjack.html
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Modbus
12. http://www.simplymodbus.ca/index.html

13. http://code.google.com/p/modbusmaster/
14. http://en.wikipedia.org/wiki/Profibus

Kapitola 53. Záznamová média

*

53.1.

*

Odkazy:

- Papertape[1]
-

Poznámky

1. http://homepages.cwi.nl/~dik/english/codes/punched.html

Kapitola 54. Rozhraní pro videosignál

*

54.1. SCART

*

Odkazy:

- Ročenka sdělovací techniky 1989, strana 203
- SCART[1] v obrázcích na Google
-

Obrázek 54-1. Zapojení konektoru scart

```
                +---------------+
                |  +---------+  |
                |  |       1 |--O---> audio R out
 audio R in >---O--|  2      |  |
                |  |       3 |--O---> audio L out
                +--|  4      |
                |  |       5 |--+
 audio L in >---O--|  6      |  |
                   |       7 |--O---> modrá
přepínání O/12V ---|  8      |
                   |       9 |--+
   hodiny (2)---O--| 10      |  |
                |  |      11 |--O---> zelená
     data (1)---O--| 12      |
                |  |      13 |--+
                +--| 14      |  |
                   |      15 |--O---> červená
   signál FBA --O--| 16      |
                |  |      17 |--+
                +--| 18      |  |
                =  |      19 |--O---> video
          -->---O--| 20      |  |
                |  | /-------+  |
                |  |/           |
                |               |
                +---------------+
```

FBA

Farb Bildinhalt Austast Signal. Kompozitní videosignál.

červená
zelená
modrá

Barvové signály. Maximální amplituda signálů ja 1V. Vstupní impedance barevných signálů je 76 Ω

Poznámky

1. http://www.google.cz/images?q=SCART

Kapitola 55. Zvukové generátory a syntezátory

Odkazy:

- Sound generators of the 1980s home computers[1]
-
-

55.1. Programovatelné zvukové generátory (PSG)

*

Další obvody:

- Yamaha YM2149
-
-
-

55.1.1. AY-3-8910

Odkazy:

- General Instrument AY-3-8910[2]
-
-
-

Tento zvukový obvod se objevil v době osmibitových počítačů. V řadě z nich byl použit. Například v novějších variantách ZX-Spectrum.

Obvody je zapouzdřený v pouzdře DIL-40. Součástí obvodu jsou dvě osmibitové paralelní brány A a B.

Později se objevily varianty tohoto obvodu:

- AY-3-8912 — Vypuštení paralelní brány B umožnilo snížit počet vývodů a obod je v pouzdře DIL-28.
- AY-3-8913 — Vypuštěny oba dva paralelní porty, obvod je v pouzdře DIL-24
- Yamaha YM2149 (SSG) — obvod je zapojen stejně jako AY-3-8910 s několika malými rozdíly.
- AY-3-8914 — varianta obvodu se změnami pro Mattela
- AY-3-8930 — vylepšená varianta obvodu AY-3-8910

55.1.2. SN76489

*

Odkazy:

- Texas Instruments SN76489[3] na Wikipedii
- SN76489 sound chip details[4]
- SN76489[5] na SMS POWER
-

55.2. FM a OPN

Odkazy:

- Yamaha YM2203[6] OPN (FM Operator Type N) 6-ti kanálový zvukový čip
- Yamaha YM2608[7] 16-ti kanálový zvukový čip s FM syntézou
- Yamaha YM2612[8] 6-ti kanálový zvukový čip, vyráběný také v CMOS verzi jako YM3438
- Yamaha YM2610[9] — 15-ti kanálový zvukový čip (4 FM kanály, 3 SSG kanály, 1 šumový kanál, 6 ADPCM 18.5kHz, jeden ADPCM 1.8-55.5kHz, dva čítače, LFO
-
-
-

Poznámky

1. http://www.srcf.ucam.org/~rga24/computer/music/
2. http://en.wikipedia.org/wiki/General_Instrument_AY-3-8910
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Texas_Instruments_SN76489
4. http://web.inter.nl.net/users/J.Kortink/home/articles/sn76489/
5. http://www.smspower.org/Development/SN76489
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Yamaha_YM2203
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Yamaha_YM2608
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Yamaha_YM2612
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Yamaha_YM2610

Kapitola 56. Ostatní rozhraní a sběrnice

*

Tento oddíl je zatím jen prázdným výčtem kapitol a tak slouží jen k velmi základní orientaci.

* *Sloučit uto část s předchozí částí.*

Odkazy:

- Serial buses information page on ePanorama.net[1]

56.1. SPI

* ***Attributy:*** *id="SPI"*

Odkazy:

- Rozhraní SPI[2] povídání na meloun.eSportuj.cz
-

56.2. Ethernet

56.3. 1 Wire

56.4. TWI, I^2C

I^2C, některými výrobci nazývané TWI je rozhraní kterým se připojují periferní obvody s pomocí dvou vodičů. (společnou zemi nepočítám). Jeden signál se nazývá SCL a druhý SDA. SCL je hodinový signál, který generuje ten obvod na sběrnici který má funkci master. SDA je obousměrný datový signál. Data se přenáší po oktetech (skupina 8-mi bitů). Adresování periferií je v prvním bajtu přenosu. I^2C periferní obvody mají část adresního pole nastaveno na pavno od výrobce a část adresy je možno obvykle nastavit na několika vývodech obvodu. To nám umožní mít ke sběrnici připojeno několik identických obvodů.

Sběrnice I^2C je tzv multimaster. To znamená, že k ní může být připojeno několik master obvodů, které používají společné periferie. Pokud chcete používat tuto vlastnost I^2C, nastudujte si chování všech čipů ke sběrnici připojených.

56.5. BlueTooth

56.6. DMX512

Odkazy:

- DMX512[3] na Wikipedii

- Welcome to the DMX-512 mini-FAQ[4]
- WHAT IS DMX512?[5]
- OpenDMX.net[6]
- OLA: An open framework for DMX lighting control[7]
- rdmx[8] knihovna pro Ruby
- DMX512: část 1. - digitální výstupy[9]
- Řízení světelných efektů hudebním signálem[10] Jaroslav Nušl, projekt.cvut.org
- DMX512 přijímač - je nutné pro UART pozměnit DMX512 paket?[11]

DMX512 je sériová sběrnice původně pro ovládání světel a efektových zařízení na scénách. Na hardwarové úrovni je ralizována jako EIA-485 a s použitím konktorů XLR.

Komunikace po sběrnici je jednosměrná. Je jeden pán sběrnice a zbytek jsou ovládaná zařízení. Je možno ovládat/přenášet data pro maximálně 512 kanálů, odtud číslo v názvu sběrnice.

Protokolově je přenos realizován tak, že po odvysílání startovací sekvence obsahující "Start Code" který určuje funkci. Pak následuje maximálně 512 bajtů hodnot pro jednotlivé kanály. Každé zařízaní/kanál pozná hodnotu určenou pro něj podle pozice vzhledem k startovací sekvenci.

Tabulka 56-1. Startovací kódy

0x00	NULL	
0x17		Text packets
0xCF		System Information Packets
0xCC	RDM	RDM extension

Poznámky

1. http://www.epanorama.net/links/serialbus.html
2. http://meloun.esportuj.cz/index.php?text=12-rozhrani-spi
3. http://en.wikipedia.org/wiki/DMX512
4. http://www.alia.com.au/links/dmx-faq.htm
5. http://www.dmx512-online.com/whats.html
6. http://www.opendmx.net/index.php/OpenDMX.ne
7. http://code.google.com/p/linux-lighting/
8. http://github.com/heisters/rdmx
9. http://www.mcu.cz/news.php?extend.1026.2
10. http://projekt.cvut.org/
11. http://forum.mcontrollers.com/viewtopic.php?t=1757

Kapitola 57. Připojený výkonných motorických prvků

*

57.1. Ovládání servomotorů

*

Odkazy:

- 68.2
- How RC Servos Works[1]
- Drive 10 Servos using only 2 Arduino Pins[2] — Pete Burniht [2010-11-28]
-

Poznámky

1. http://pcbheaven.com/wikipages/How_RC_Servos_Works/
2. http://diydrones.com/profiles/blogs/drive-10-servos-using-only-2

Kapitola 58. Analog Digital převodníky

*

Jedná se o zařízení jimž na vstup přivedeme analogovou hodnotu ve fromě napětí čí proudu a na výstupu dostaneme číselnou hodnotu. V řadě mikrořadičů je taková jednotka přímo integrována do řadiče. Můžeme jej sestavid z diskrétních komponent, nebo můžeme použít specialozované čipy, tzv. AD převodníky.

Čipy:

- LTC2400[1] — 24-bit textmuPower ADC,
- MCP3201[2] — 12-ti bitový, 1 kanálový s rozhraním SPI, 100k vzorků za sekundu, nízký odběr 0.5mA, pozdor DIP8. [2011-04-13, TME, 83.03Kč]
- MCP3202[3] — 12-ti bitový, 2 kanálový s rozhraním SPI, 100k vzorků za sekundu, nízký odběr 0.5mA, pozdor DIP8. [2011-04-06, Farnell, 83.03Kč]
- MCP3204/MCP3208[4] — varianty MCP3202 se 4-mi / 8-mi vstupy, pouzdro DIP14/DIP16. [2011-04-06, Farnel, cena cca 110/127 Kč]
- MCP3001, MCP3004, MCP3008[5] — 10 bitový, 1/4/8 kanálový
-

Konstrukce:

- Connect a LTC2400 High Precision 24 Bit Analog to Digital Converter[6] — Lab3
- Propellor Analog Input using MCP 3202s (12Bit 2channel)[7]
-
-
-

Poznámky

1.
2.
3.
4.
5.
6. http://interface.khm.de/index.php/lab/experiments/connect-a-ltc2400-high-precision-24-bit-analog-to-digital-converter/
7. http://letsmakerobots.com/node/23713

IX. Konstrukce, většinou amatérské

Part Intro.

Kapitola 59. Komponenty

59.1. Experimentální PCB

Odkazy:

- Universal through-hole and SMD prototyping board[1] [2009-02-20]

Poznámky

1. http://www.whitewing.co.uk/protoboard.html

Kapitola 60. Doma dělané a zvláštní počítače či procesory

Někteří lidé se rozhodnou, že si navrhnou a postaví počítač od základů sami. Někdy dokonce bez použití mikroprocesorů, či dokonce jen s použitím velmi jednoduchých součástek.

Následující odkazy jsou na stránky nadšenců kteří se zabývají konstrukcí počítačů.

Odkazy:

- Homebrew one-bit microcomputer[1]
- SIX BIT MACHINE[2] by Jack Eisenmann
- DIY Calculator[3] — More Cool Stuff
- Kniha Bit-Slice Design: Controllers and ALUs[4] by Donnamaie E. White
- DIY Calculator[5] ???
- Homemade computers[6] — seznam odkazů
-

Mechanické konstrukce:

- LEGO Logic Gates[7] — mechanická hradla z lega.
- Rube Goldberg machine[8] — vysvětlení termínu na Wikipedii
- Heath Robinson Rube Goldberg Computer[9]
- Two Types of Mechanical Reversible Logic[10]
- YouTube video K'nex Adding Machine[11]
-

Réleové počítače a konstrukce:

- KoP Calculator[12]
- Harry Porter's Relay Computer[13]
- Der Relaisrechner - Dokumentation[14] [německy]
- Harry Porter's Relay Computer[15] releový počítač
- www.relaiscomputer.de[16] Informationen zu den Relaisrechnern von Kilian Leonhardt
- Zusie - My Relay Computer[17]

Konstrukce z tranzistorů:

- Dieterovy konstrukce MT15 a TREX[18]
- 4 bit computer[19] — přímý odkaz na YouTube[20] (4 bitová sčítačka)

Konstrukce z integrovaných obvodů:

- Homebrew CPU Magic 1[21]
- DUO 128 ELITE[22], DUO Elite Architecture Description[23] [2010-05-30]
- QR6: The Quintessential RISC[24]
- heritage/1[25]

S použitím různých verzí programovatelných logických obvodů:

-
-

Mikroprocesorové a mikropočítačové konstrukce:

- NP1 - MCU matrioška[26]
- William's Homemade Computer[27] (486DX@20MHz)
- Breadboard a Computer[28] [6504]
- Homebrew 8080 microcomputer[29]

•

The Heath Robinson Rube Goldberg Computer:

- Part 1: Implementing a computer using a mixture of technologies from relays to fluidic logic[30]
- Part 2: Partitioning the system[31]
- Part 3: Introducing the HRRG emulator[32]
- Part 4: The battle to make the virtual cabinets work[33]

60.1. Kenbak-1

Odkazy:

- Kenbak-1[34]
- KENBAK-1 Computer[35]

60.2. Mark-8

Odkazy:

- The Mark-8 Minicomputer[36]

Konstrukce postavená na procesoru Intel 8008.

60.3. EDUC-8 Microcomputer

* ***Attributy:*** *id="EDUC-8"*

Odkazy:

- Popis konstrukce EDUC-8 Microcomputer[37]
- Dokumentace The EDUC-8 Microcomputer[38] Lawrence Wilkinson
- The Electronics Australia EDUC-8 microcomputer[39]
- Educ-8[40] na Wikipedii

Mikropočítač, inspirovaný architekturou PDP-8 postavený z TTL obvodů. Použity jsou obvody série 7400 a 9000. První „hoby" počítač postavený v Austrálii.

Architektura tohoto počítače a instrukční sada vychází z PDP-8. Ale protože má instrukční slovo jen 8 bitů, je jednodušší. K dispozici jsou jen dvě periferní zařízení a to sériové porty. Celková velikost operační pamětí je 256 slov, každé 8 bitů veliké.

Konstrukce byla publikována v sérii článků v časopise Electronics Australia od srpna 1974 do srpna 1975.

Fakta:

- Paměť programu a dat 256 slov 8 bitů širokých.
- Postaven z obvodů TTL séri 74 nebo 9000. Obsahuje 98 obvodů.
- Paměť sestavena ze statických RAM čipů 1K * 1bit.
- Hodinový kmitočet 500kHz. Vykoná asi 50tisíc instrukcí za sekundu.
- Sériové zpracování.
- It was designed by Jim Rowe
- construction details were published in Electronics Australia magazine between August 1974 and January 1975. Additional peripherals were described in further articles up to August 1975.

Počítač má stejné registry jako PDP-8, jen registr L není implementován.

Instrukční slovo sestává ze tří polí. První pole o šířce tří bitů kóduje instrukci. K dispozici je 6 instrukcí s adresou, jeden kód 110 pro komunikaci s periferiemi a jeden kód 111 pro dvě skupiny mikroinstrukcí. Druhé pole o šířce jeden bit je příznak nepřímého adresování. Poslední čtyřbitové pole obsahuje adresu.

Z pohledu programátora je operační paměť rozdělena na 16 stránek každá má 16 slov. Adresa v instrukci se odkazuje na pameť ve stejné stránce jako je samotná instrukce.

Obrázek 60-1. Formát instrukčního slova počítače EDUC-8

Opcode (7–5)	Ind (4)	Address (3–0)

Obrázek 60-2. Přehled instrukcí počítače EDUC-8

	7–5	4	3	2	1	0
AND	**0 0 0**	Ind	Address			
TAD	**0 0 1**	Ind	Address			
ISZ	**0 1 0**	Ind	Address			
DCA	**0 1 1**	Ind	Address			
JMS	**1 0 0**	Ind	Address			
JMP	**1 0 1**	Ind	Address			
IOT	**1 1 0**	I/O	Dev	Clr	Sh	Skp
OPR	**1 1 1**	**0**	CLA	CMA	RAL	IAC
OPR	**1 1 1**	**1**	SZA	SMA	RAR	HLT

60.3.1. Ukázkové programy

*

Počitadlo.

```
START,  LA          / clears AC
INCR,   IAC         / increments AC
BACK,   NOP         / delay
        NOP         / delay
        ISZ INDX    / loop on INDX
        JMP BACK    / if INDX non-zero
        ISZ INDY    / loop on INDY
        JMP INCR    / if INDY non-zero
        HLT         / INDY is zero
INDX,   0           / Delay counter
INDY,   0           / Follows AC
```

60.4. BMOW 1 (*Big Mess o' Wires 1*)

* ***Attributy:*** *id="BMOW"*

Odkazy:

- BIG MESS O' WIRES[41] A HOME-BUILT CPU, AND OTHER MESSY ELECTRONICS ADVENTURES
-

Jedná se o originální procesor postavený jen z běžných logických obvodů řady 7400. Procesor má 8-mi bitovou datovou sběrnici a 24 bitovou adresovou sběrnici. Čtyři osmibitové registry pro obecné použití a tři 24 bitové registry: čítač programu, ukazatel zásobníku a pracovní registr. Instrukční sada vychází z instrukcí procesoru 6502.

60.5. Turing Machine

Odkazy:

- A Turing Machine In The Classic Style[42]
-
-
-

60.6. AppleCrate II

*

Odkazy:

- AppleCrate II: A New Apple II-Based Parallel Computer[43]
-

"Masivně" paralelní počítač stvořený propojením 17 základních desek Apple IIe.

Poznámky

1. http://userwww.sfsu.edu/~hl/c.homebrew2.html
2. http://web.mac.com/teisenmann/sixbit/main.html
3. http://www.diycalculator.com/cool.shtml
4. http://www10.edacafe.com/book/parse_book.php?article=BITSLICE/bitslcP.html
5. http://www.diycalculator.com/
6. http://www.holmea.demon.co.uk/Links.htm#Homemade
7. http://goldfish.ikaruga.co.uk/logic.html
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Rube_Goldberg_machine
9. http://www.diycalculator.com/sp-hrrgcomp.shtml
10. http://www.zyvex.com/nanotech/mechano.html
11. http://www.youtube.com/watch?v=3vXlQZvS-nM
12. http://www.carobotics.org/projects/calculator/

13. http://web.cecs.pdx.edu/~harry/Relay/
14. http://www.schlaefendorf.de/relaisrechner/dokumentation/index.html
15. http://web.cecs.pdx.edu/~harry/Relay/index.html
16. http://www.relaiscomputer.de/
17. http://www.nablaman.com/relay/
18. http://6502.org/users/dieter/
19. http://www.waitingforfriday.com/index.php/4-Bit_Computer
20. http://www.youtube.com/watch?v=xISG4nGTQYE
21. http://www.homebrewcpu.com/
22. http://web.mac.com/teisenmann/iWeb/elitepage/menu.html
23. http://www.youtube.com/watch?v=a91XTeh8M5c
24. http://www.efton.sk/qr6/index.htm
25. http://www.armandoacosta.com/cpu/index.php
26. http://www.mcu.cz/news.php?extend.1377.2
27. http://dubel.org/computer/
28. http://mysite.du.edu/~jcalvert/tech/6504.htm
29. http://userwww.sfsu.edu/~hl/c.homebrew1.html
30. http://www.ibm.com/developerworks/power/library/pa-hrrg1/index.html
31. http://www.ibm.com/developerworks/power/library/pa-hrrg2/index.html
32. http://www.ibm.com/developerworks/power/library/pa-hrrg3/index.html
33. http://www.ibm.com/developerworks/power/library/pa-hrrg4/index.html
34. http://www.bytecollector.com/kenbak_1.htm
35. http://www.kenbak-1.net/index.htm
36. http://web.archive.org/web/20040216021509/http://www.his.com/~jlewczyk/adavie/mark8b.html
37. http://www.sworld.com.au/steven/educ-8/index.html
38. http://www.ljw.me.uk/educ8/educ8.html
39. http://www.ljw.me.uk/educ8/
40. http://en.wikipedia.org/wiki/Educ-8
41. http://www.stevechamberlin.com/cpu/bmow1/
42. http://aturingmachine.com/
43. http://home.comcast.net/~mjmahon/AppleCrateII.html

Kapitola 61. Konstrukce s CPU

*

Konstrukce založené na známých mikroprocesorech.

61.1. Intel 8080

*

Odkazy:

- Nostalcomp 8080[1]
-

Poznámky

1. http://www.nostalcomp.cz/nostal8080.php

Kapitola 62. Repliky

62.1. PDP-2

Odkazy:

- The PDP-2 processor[1] — ve skutečnosti není replika ale fantazie, DEC nikdy nevyprojektoval ani nevyrobil PDP-2
-

Poznámky

1. http://locl.net/homes/pdp2/

X. Vybrané architektury

Bližší informace o některých počítačových architekturách. Tyto informace jsou natolik rozsáhlé, že jsem jim vyhradil zvláštní díl.

Kapitola 63. PDP-5, PDP-8, IC6100, HD-6120

Architektura rodiny 12-ti bitových minipočítaču firmy DEC.

* *Všechny instrukce jsou značeny kódem pdp8.isa. Je to proto, že původně jsem začal s popisem minipočítače PDP-8 a pak tento je nejznámějším členem této rodiny.*

Odkazy:

- The Digital Equipment Corporation PDP-8[1]
- PDP-8[2] na Wikipedii
- PDP-8/X[3]
- Computer Structures: Principles and Examples[4]
- http://www.grc.com/pdp-8/isp-musings.htm
-

Odkazy:

- Programming Languages (for the PDP-8)[5]
-

Rodina 12-ti bitových počítačů firmy DEC.

Další z 12-ti bitových počítačů. Pamět počítače byla velká 4K 12-ti bitových slov. V pozdějších verzí byl CPU rozšířen o možnost práce s 8*4K slov (32K slov).

Jeden z nejrozšířenějších minipočítačů své doby.

Přehled jednotlivých modelů:

Tabulka 63-1. Přehled jednotlivých modelů PDP-8

model		
PDP-5		předchůdce PDP-8
PDP-8		první model PDP-8
PDP-8/S		zjednodušený (sériový) model, pomalý
PDP-8/I		použity obvody TTL
pdp-8/e		
pdp-8/f		
pdp-8/m		

63.1. Jednotlivé modely počítačů

Odkazy:

- PDP-8 Summary of Models and Options[6]
- PDP-8 Frequently Asked Questions[7]

Tato část je přehledem různých modelů počítačů 12-ti bitové rodiny minipočítačů firmy DEC. Prvním minipočítačem byl typ PDP-5, na kterém byly vymodelovány základní principy. Minipočítačů PDP-5 se mnoho neprodalo, podle informací které se mi podařilo sehnat to bylo asi 116 kusů (PDP-8 Frequently Asked Questions[8]).

63.1.1. PDP-5

Odkazy:

- PDP-5[9]
-

Fakta:

- Předvedeno 1963-08-11 na WESCONu.
- Výroba ukončena začátkem roku 1967.
- Celkem vyrobeno 116 kusů.
- Cena: $27 000.

První počítač 12-ti bitové architektury firmy DEC. Má základní charakteristiky této 12-ti bitové architektury jako je instrukční sada.

Počítač byl sestaven z modulů které firma DEC vyráběla. Jednalo se o logické moduly sestavené z transistorů a dalších jednoduchých komponent. Napájecí napětí byla dvě, +10 a -15 voltů. Logické úrovně 0 (0 V) a 1 (-3V).

Inspirací pro práci na tomto počítači byl úspěch CDC-160, 12-ti bitového minipočítače od Seymoura Craye, a úspěch počítače LINC postaveného zázazníky fy DEC z tranzistorových logických modulů které firma DEC prodávala. Tyto úspěchy ukázaly volné nezaplněné místo na trhu, které se firma DEC pokusila zaplnit modelem PDP-5 se zaváděcí cenou $27 000.

Ken Olson řekl že PDP-5 nebyl zamýšlen jako počítač. Byl navrhován pro společnost která potřebovala automatické řízení průmyslového provozu. Ken jim řekl, že pro ně mohou udělat programovatelné řízení místo pevné zadrátované logiky o kterou původně požádali. Zákazník se nebyl jist rovnicemi podle nichž mělo být zařízení skonstruováno a tak akceptovali myšlenku programovatelného řadiče. Výsledkem byl počítač PDP-5.

S nástupem počítače PDP-8 jenž byl výkonnější a byl levnější byla ukončena výroba PDP-5.

Všechny počítače rodiny vychází ze stejných základů, a tak jsou do jisté míry kompatibilní. Určité odlišnosti tady ale jsou. Počítač PDP-5 nemě čítač instrukcí jako samostatný registr, ale pro tento účel sloužilo paměťové slovo v hlavní paměti počítače na adrese 0000. Také přerušení je zpracováváno odlišně než u PDP-8. Instrukce IAC a CMA ve skupině 1 μinstrukcí OPR1 nemohou být kombinovány s μinstrukcemi pro rotaci RAR, RAL, RTR a RTL.

Obsluha přerušení funguje tak, že nejprve uloží obsah čítač instrukcí na adresu 0001 v paměti, a poté začne vykonávat program obsluhy přerušení který začíná na adrese 0002.

Tabulka 63-2.

adresa	symbol	popis
0000	PC	
0001	SAVEPC	Zde je uchována hodnota PC při přerušení.
0002	INT	Na této adrese je první instrukce obsluhy přerušení.
0010-0017		Při nepřímém adresování pomocí těchto adres je jejich obsah zvětšen o 1.

Počítač se standardně dodával se pamětí velikou 1KiW nebo 4KiW.

K počítači bylo možno připojit EAE (Extended Arithmetic Element) který se ovládal přes IOT instrukce. Toto rozšíření tím pádem není kompatibilní s EAE u dalších počítačů jako PDP-8.

Obrázek 63-1. Formát instrukčního slova PDP-5

	0–2	3	4	5–11
PDP-5 Instrukce	Op Code	IA	P	In Page Address

Tabulka 63-3. Soubor základních instrukcí PDP-5

kód	název	popis
0YYY	AND Y	
1YYY	TAD Y	
2YYY	ISZ Y	
3YYY	DCA Y	
4YYY	JMS Y	
5YYY	JMP Y	
6ddf	IOT DF	
7MMM	OPR M	

Obrázek 63-2. Formáty OPR μinstrukcí PDP-5

	0–2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Skupina OPR1	**1 1 1**	**0**	CLA	CLL	CMA	CML	RAR	RAL	**0**	IAC
							RTR	RTL	**1**	

	0–2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Skupina OPR2	**1 1 1**	**1**	CLA	SMA	SZA	SNL	**0**	OSR	HLT	**0**
				SPA	SNA	SZL	**1**			

Obrázek 63-3. Formáty OPR instrukcí PDP-5

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0 |CLA|CLL|CMA|CML|RAR|RAL| 0 |IAC| Skupina 1
|           |   |   |   |   |   |RTR|RTL| 1 |   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1 |CLA|SMA|SZA|SNL| 0 |OSR|HLT|   | Skupina 2
|           |   |   |SPA|SNA|SZL| 1 |   |   |   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

63.1.2. PDP-8

Odkazy:
- Micro 16V
- PDP-5
- TX-0
- ND812

Tento minipočítač se stal legendou. První počítač na světě který dosáhl takového rozšíření.

Fakta:

- Představen 1965-03-22 v New Yorku.
- Výroba ukončena v roce 1968.
- Celkem vyrobeno 1450 kusů.
- Zaváděcí cena $18 000.

Tento počítač je také znám pod názvy:

- Clasic PDP-8
- Straight-8
- PCP-88 — používán firmou Foxboro Corporation
- AN/GYK-6 (Army-Navy Ground-based (Y)data-processing (K)Computer 6)

Byl postaven hlavně z logických modulů DEC série R. Byly pužity rovněž moduly sérií S a B. Napájecí napětí byla +10 a -15 voltů stejně jako v PDP-5 a logické úrovně rovněž -3 V logická jednička a 0V logická nula.

63.1.3. PDP-8/S

Levnější verze PDP-8. Používá sériovou aritmetiku. Tím se snížil počet obovodů ale také se významě snížila rychlost vykonávání instrukcí.

63.1.4. PDP-8/I

Fakta:

- PDP-8 postavený s pomocí integrovaných obvodů TTL rodiny SN7400 v logických modulech M.
- Pamětový cyklus trvá 1,5μs.
-
-
-

Tabulka 63-4. Doba provádění instrukcí

instrukce	stavy	doba	stavy	doba
AND Y	F,E	3μs	F,D,E	4,5μs
TAD Y	F,E	3μs	F,D,E	4,5μs
ISZ Y	F,E	3μs	F,D,E	4,5μs
DCA Y	F,E	3μs	F,D,E	4,5μs
JMS Y	F,E	3μs	F,D,E	4,5μs
JMP Y	F	1,5μs	F,D	3μs
IOT	F,?	?		
OPR	F,?	1,5μs?		

63.1.4.1. Hlavní stavy procesorové jednotky

Procesorová jednotka PDP-8/I obsahuje 6 klopných obvodů pro hlavní stavy procesoru. Jsou to: Fetch, Defer, Execute, Word Count, Current Address a Break

63.1.5. IM6100

PDP-8 na jednom čipu. Na zakázku DEC vyrobila firma Intersil.

63.1.6. HD-6120

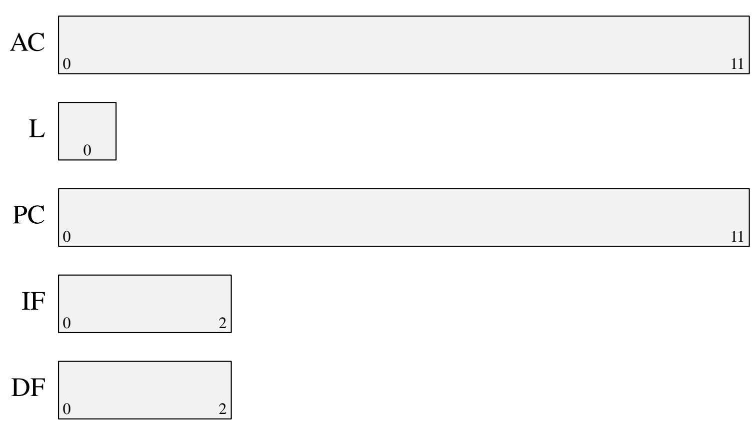
Další implementace PDP-8 v mikroporcesoru. Tentokrát na zakázku vyrobeno firmou Harris. Implementuje instrukční sadu PDP-8/E s rozšířeními.

63.2. Instrukční sada

Velikost slova minipočítače PDP-8 je 12 bitů, a základní velikost paměti je 4K slov. Procesor počítače obsahuje 3 registry:

- PC — čítač programu, 12 bitů
- AC — akumulátor, 12 bitů
- L — link bit, 1 bit, udržuje 13-tý bit výsledku sčítání, v dnešní terminologii by byl nazývaný C (Carry)

Obrázek 63-4. Registry PDP-8 přístupné programátorovi



TBD

Obrázek 63-5. Instrukční slovo PDP-8

```
 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
|     | | |             |
|  op |i|z|    addr     |
```

Obrázek 63-6. Formát instrukčního slova PDP-8

PDP-8 Instrukce	Op Code 0-5	IA	MP	In Page Address
	0 … 2	3	4	5 … 11

Indirect Addressing
  0 = Direct Addressing
  1 = Indirect Addressing
MP -- Memory Page
  0 = Page Zero (0000...0177)
  1 = Current Page (based on PC

Obrázek 63-7. Základní formát instrukčního slova PDP-8

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|OP CODE 0-5|IA |MP |          Address          |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
              |   |        In page address
              |   |
              |   `------- MEMORY PAGE
              |             0 = PAGE ZERO (0000...0177)
              |             1 = CURRENT PAGE (based on PC)
              |
              `----------- INDIRECT ADDRESSING
                            0 = DIRECT
                            1 = INDIRECT
```

pole / bit	**význam**
op	operační kód
ia	indirect bit (0 = direct, 1 = indirect)
zp	page bit (0 = zero page, 1 = current page)
addr	adresa v stránce

Tabulka 63-5. Základní instrukce PDP-8

kód	**název**	**popis**
000	AND	logical AND: operand $\wedge$ AC $\longrightarrow$ AC
001	TAD	2’s complement add: operand + $\langle$L,AC$\rangle$ $\longrightarrow$ $\langle$L,AC$\rangle$
010	ISZ	increment operand and skip if zero
011	DCA	deposit and clear AC: AC $\longrightarrow$ paměť, 0 $\longrightarrow$ AC
100	JMS	skok do podprogramu
101	JMP	skok
110	IOT	in-out transfer, manipulaces v/v zařízeními
111	OPR	mikrokódovaná operace

ISZ a další přeskokové instrukce podmíněně přeskočí následující instrukci.

Instrukce volání podprogramu JMS ukládá návratovou adresu (aktuální hodnotu PC) do prvního slova podprogramu. Návrat z podporgarmu je přes nepřímý skok na tuto uloženou adresu.

V dokumentu 690304 Proposed PDP-11 Re-Organization[10] jsem našel následující informaci vypovídající jak často jsou použity jednotlivé instrukce v programu FOCAL-8. Zběžným pohledem je vidět že součástí tabulky není instrukce ISZ. Proč to nevím ale nedovedu si představit program bez této instrukce.

Tabulka 63-6. Četnosti užití instrukcí v programu FOCAL-8

Instrukce	počet OCT	počet DEC
AND	500	320
TAD	1000	512
DCA	200	128
JMS	500	320
JMP	600	384
IOT	20	16
OPR1	300	192
OPR2	400	256

63.2.1. IOT (Input-Output Transfer) instrukce

Obrázek 63-8. Formát instrukce IOT minipočítače PDP-8

PDP-8 IOT Instrukce	**1 1 0**	Device	Function
	0 2	3 8	9 11

Bity 0 až 2 kódují instrukci IOT a obsahují oktalovou hodnotu 6. Bity 3 až 8 slouží k výběru zařízení. Některé hodnoty jsou standardizované a osazují se podle plánu:

Tabulka 63-7. Standardní adresy některých I/O zařízení PDP-8

	oktalově	
110 000 000 fff	00	Tuto adresu používá procesor
110 000 001 fff	01	čtečka děrné pásky
	02	děrovačka děrné pásky
	03	klávesnice konzoly (KRS, KCC, KSF
	04	tiskárna konzoly
	05	VC8-E CRT Display Control
	05-07	VW01 Writing Tablet
	10	KP8-E Power Fail Detect
	11	DP8-EP Redundancy Check Option
	11	63.3.2
	12	
	13	DK8-EP Programmable Real Time Clock
	13	DK8-EA Line Frequency Clock
	13	DK8-EC Crystal Clock
	20,25-27	KM8-E Time-Share

	oktalově	
	35,36	Universal Digital Controller (UDC)
	36,37	BB08-P General Purpose Interface Unit
	40,41	Synchronous Modem Interface
	50	XY8-E Incremental Plotter Control
	5x	DR8-EA 12-Channel Buffered Digital I/O
	5x	DR8-E Interprocessor Buffer
	53	AD8-EA A/D Converter
	53	AD01A 12-Bit Analog-to-Digital Converter
	53,54	AFC-8 Low-Level Analog Multiplexer
	54,56,57	AF04A Guarded Scanning Integrated Digital Voltmeter (IDVM)
	55	AA50 Digital-to-Analog Converter
	55,56	AA05A/AA07 Digital-to-Analog Converter and Control
	57	DKC8-AA/LA180 Line Printer Interface
	60-62	DF32-D Disk File and Control
	61	MP8A-Memory Parity
	61,62,64	RF08 Disk File
	63,67	CR8-E Card Reader and Control or CM8-E Optical Mark Card Reader and Control
	66	LE-8 Line Printer
	70-72	TC58 DECmagtape System
	70-72	TM8-E/F Control
	73-75	RK01 Disk Drive and Control
	74	RK8
	76,77	TC08-P DECtape Control

Bity 9 až 11 kódují funkci pro dané zařízení. Pro čtečku a děrovačku pásky a pro konzoli mají obvykle následující význam.

Operační kódy v rozsahu od 6200 do 6277 používá modul správy a stránkování paměti.

- Bit 11 caused the processor to skip the next instruction if I/O device was ready
- Bit 10 smazat AC
- Bit 9 moved a word between AC and the device, initiated another I/O transfer, and cleared the device's "ready" flag.

63.2.2. OPR (OPeRate) instrukce

OPR není instrukce ale tři skupiny mikrokódovcýh operací. Základním kódem je 111 xxx xxx xxx. Devět bitů instrukčního slova kódují jednu ze tří skupin a jednotlivé bity spouští jednotlivé mikrooperace ve skupině. Tento způsob kódování mikrooperací je použit mimo jiné například v počítači TX-0.

A nyní k rozlišení jednotlivých skupin. Prvotním dělícím prvkem je hodnota bitu b_3. Pokud má tento bit hodnotu 0, jedná se o skupinu 1. Pokud má hodnotu 1 jedná se o skupinu 2 nebo 3. Mezi skupinami 2 a 3 pak rozlišuje hodnota bitu b_{11}, hodnota 0 znamená skupinu 2 a hodnota 1 pak skupinu 3 a EAE rozšíření.

Obrázek 63-9. Rozdělení OPR na skupiny a koncentrovaný popis mikroinstrukcí (PDP-8)

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|           |   |   |   |   |   |RAR|RAL| 0 |   |
| 1   1   1 | 0 |CLA|CLL|CMA|CML|RTR|RTL| 1 |IAC|  Skupina 1
|           |   |   |   |   |   | 0 | 0 |BSW|   |
|           |   |   |   |   |   | 1 | 1 | x |   |  nepovolená kombinace
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|           |   |   |SMA|SZA|SNL| 0 |   |   |   |
| 1   1   1 | 1 |CLA|SPA|SNA|SZL| 1 |OSR|HLT| 0 |  Skupina 2
|           |   |   | 0 | 0 | 0 |SKP|   |   |   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1 |CLA|MQA|SCA|MQL|EAE opcode | 1 |  Skupina 3 (EAE)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Bity mikrokódové instrukce spouštějí jednotlivé mikroinstrukce. Tyto ale mohou, a také ovlivňují stejné registry. Například instrukce CLA, CMA, RAR, RAL a IAC všechny mění obsah registru AC. Protože jsou přípustné i kombinace mikroinstrukcí, jsou tyto rozděleny do sekvencí které se vykonávají postupně. Takto je zajištěno, že například kombinace mikroinstrukcí CLA IAC skončí s hodnotou 1 v akumulátoru AC. Pořadí sekvencí je uvedeno v seznamu:

Skupina 1

- **Sekvence 1: Clear**
  - CLA — clear AC
  - CLL — clear L
- **Sekvence 2: Complement**
  - CMA — ones complement AC
  - CML — complement L bit
- **Sekvence 3: Increment**
  - IAC — increment <L,AC>
- **Sekvence 4: Rotate**
  - RAR — rotate <L,AC> right
  - RAL — rotate <L,AC> left
  - RTR — rotate <L,AC> right twice
  - RTL — rotate <L,AC> left twice
  - BSW — byte swap

Mikroinstrukce v jednotlivých sekvencích jsou voleny tak, aby mohly být v rámci sekvence vykonávány všechny najednou, paralelně. U bitů ve čtvrté sekvenci popisujících rotaci je tomu jinak, protože všechny tři tyto bity kódují jen jednu operaci.

Tabulka 63-8. Kombinace bitů mikroinstrukcí pro rotace ve skupině 1

b_8	b_9	b_{10}	instrukce
0	0	0	NOP
0	0	1	BSW
0	1	0	RAL
0	1	1	RTL
1	0	0	RAR
1	0	1	RTR
1	1	0	ilegální kombinace
1	1	1	ilegální kombinace

Instrukční slovo skupiny 1 vypadá takto.

Obrázek 63-10. Group 1 microinstructions of PDP-8

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0 |CLA|CLL|CMA|CML|       |BSW|IAC|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
                                  ↑   ↑   ↑
 ROTATE AC AND L RIGHT -----------+   |   |
 ROTATE AC AND L LEFT ----------------+   |
 ROTATE 1 POSITION IF 0, 2 POSITIONS IF 1-+
 (BSW IF BITS 8,9 ARE 0)

 LOGICAL SEQUENCE:   1 - CLA, CLL     2 - CMA, CML
                     3 - IAC          4 - RAR, RAL, RTR, RTL, BSW
```

Tabulka 63-9. Group 1 Microinstructions od PDP-8

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
NOP	7000	**No Operation.** This instruction causes a 1-cycle delay in program execution, without affecting anything. It may be used for timing synchronization or as a convenient means of deleting another instruction from program.
IAC	7001	**Increment Accumulator.** $AC+1 \longrightarrow AC$.
BSW	7002	**Byte Swap.** $AC_{0-5} \longleftrightarrow AC_{6-11}$. Value in lower six bits in `AC` is swapped with value in upper six bits in `AC`.
RAL	7004	**Rotate Accumulator Left.** $AC_{1-11} \longrightarrow AC_{0-10}$, $L \longrightarrow AC_{11}$, $AC_0 \longrightarrow L$. <AC,L> is rotated left.
RTL	7006	**Rotate Two Left.** Same as RAL, RAL.
RAR	7010	**Rotate Accumulator Right.** $AC_{0-10} \longrightarrow AC_{1-11}$, $L \longrightarrow AC_0$, $AC_{11} \longrightarrow L$. <AC,L> is rotated right.
RTR	7012	**Rotate Two Right.** Same as RAR, RAR.
CML	7020	**Complement Link.** $\neg L \longrightarrow L$.
CMA	7040	**Complement Accumulator.** $\neg AC \longrightarrow AC$.
CLL	7100	**Clear Link.** $0 \longrightarrow L$.
CLA	7200	**Clear Accumulator.** $0 \longrightarrow AC$.

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
CIA	7041	**Complement and Increment Accumulator.** CMA IAC. -AC⟶AC.
STL	7120	**Set the Link.** CLL CML. 1⟶L.
STA	7240	**Set the Accumulator.** CLA CMA. 7777⟶AC.
GLK	7204	**Get the Link.** CLA RAL. L⟶AC_{11}, 0⟶L.

Skupina 2

- SMA — skip on AC < 0 (or group)
- SZA — skip on AC = 0 (or group)
- SNL — skip on L ≠ 0 (or group)
- SKP — skip uncoditiopnally
- SNA — skip in AC ≥ 0 (and group)
- SZL — skip on L = 0 (and group)
- CLA — clear AC
- OSR — logically ’or’ front-panel switches with AC
- HLT — halt

Instrukční slovo skupiny 2 vypadá takto.

Obrázek 63-11. Group 2 microinstructions of PDP-8

```
          0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
        +---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
        | 1   1   1 | 1 |CLA|SMA|SZA|SNL|   |OSR|HLT| 0 |
        +---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
                                          ↑
 REVERSE SKIP SENSING OF BITS 5,6,7 IF SET+

 LOGICAL SEQUENCE: 1 (BIT 8 IS 0) - SMA ∨ SZA ∨ SNL
                     (BIT 8 IS 1) - SPA ∧ SNA ∧ SZL
                   2 - CLA
                   3 - OSR, HLT
```

Tabulka 63-10. Group 2 Microinstructions od PDP-8

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
HLT	7402	**Halt.** Clears the run flip-flop so that program execution stops at the end of TP4 of the current machine cycle.
OSR	7404	**Logical OR with Switch Register.** The content of th programmer’s console switch register (SR) is combined with the content of the AC by a bitwise OR operation. The result is left in the AC and the original content of the AC is lost. The content of the SR is not affected.
SKP	7410	**Skip.** The content of the PC is incremented by 1, to skip the next sequential instruction.
SNL	7420	**Skip on Non-Zero Link.** The conetent of the link is sampled. If the link contains a 1, the content of the PC is incremented to skip the next sequential instruction. If the link contains a 0, the next instruction is executed.

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
SZL	7430	**Skip on Zero Link.** The conetent of the link is sampled. If the link contains a 0, the content of the PC is incremented to skip the next sequential instruction. If the link contains a 1, the next instruction is executed.
SZA	7440	**Skip on Zero Accumulator.** The content of each bit of the AC is sampled. If every bit contains a 0, the content of the PC is incremented to skip the next sequential instruction. If any bit contains a 1, the next instruction is executed.
SNA	7450	**Skip on Non-Zero Accumulator.** If AC≠0 then PC+1⟶PC. So the next sequential instruction is skipped. Otherwise execution continues with the next sequential instruction.
SMA	7500	**Skip on Minus Accumulator.** IF AC_0=1 then PC+1⟶PC.
SPA	7510	**Skip on Positive Accumulator.** IF AC_0=0 then PC+1⟶PC.
CLA	7600	**Clear Accumulator.** 0⟶AC.
SZA SNL	7460	Skip if AC=0 or L=1.
SNA SZL	7470	Skip if AC=0 and L=0.
SMA SNL	7520	Skip if AC<0 or L=1.
SPA SZL	7530	Skip if AC≥0 and L=0.
SMA SZA	7540	Skip if AC≤0.
SPA SNA	7550	Skip if AC>0.
SMA SZA SNL	7560	Skip if AC≤0 or L=1.
SPA SNA SZL	7570	Skip if AC>0 or L=0.

Nepoužité kombinace OPR byly dány do třetí skupiny mikroprogramových akcí.

Obrázek 63-12. Group 3 microinstructions of PDP-8

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1 |CLA|MQA|   |MQL|   |   |   | 1 |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  LOGICAL SEQUENCE: 1 - CLA
                    2 - MQA, MQL
                    3 - ALL OTHERS
```

Tabulka 63-11. Group 3 Microinstructions od PDP-8

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
CLA	7601	**Clear Accumulator.** Each bit of the AC is loaded with a binary 0.
MQL	7421	**Multiplier Quotient Load.** The content of the AC is loaded into the MQ. The AC is cleared and the original content of the MQ is lost.

MNEMONIC	OPCODE	OPERATION
MQA	7501	**Multiplier Quotient into Accumulator.** The content of the MQ is combined with the content of the AC by a bitwise logical OR operation, and the result is loaded into the AC. The original content of the AC is lost, but the original contento of the MQ is not affected. Note that this instruction provides the programmer with a direct insclusive OR operation.
SWP	7521	**Swap Accumulator and Multiplier Quotient.** The content of the AC and the content of the MQ are exchanged. This is a microprogrammed combination of MQA and MQL.
CAM	7621	**Clear Accumulator and Multiplier Quotient.** Each bit of both the AC and the MQ loaded with a binary 0. This is microprogrammed combination of CLA and MQL.

63.2.3. Nultá stránka paměti

Tato část paměti od adresy 0000 do adresy 0177 (oktalově) má význam rozšířených registrů. Procesor má jen 3 registry ale adresovací mód zero page dovoluje použít část paměti jako dalších 128 registrů. Některá slova této paměti mají ovšem zvláštní význam a chování.

Slova na adresách 0010 až 0017 se při použítí s nepřímým adresování automaticky inkremetují (zvětšují o jedničku) a ještě před použitím.

63.2.4. Kousky kódu

Vynulování části paměti od adresy `LOC` v délce `CNT` slov.

```
        CLA
        TAD     LOC-1
        DCA     X1      / X1 = LOC-1
        TAD     -CNT
        DCA     TMP     / TMP = -CNR

LOOP,                   / do {
        DCA I   X1      /   M[++X1] = 0
        ISZ     TMP     /   TMP++
        JMP     LOOP    / } while (TMP!=0)
```

X1 je automaticky inkrementovaný registr (slovo paměti na nulté stránce).

Přesun bloku v paměti z adresy SRC na adresu DST v délce CNT slov.

```
        CLA
        TAD     SRC-1
        DCA     X1      / X1 = SRC-1
        TAD     DST-1
        DCA     X2      / X2 = DST-1
        TAD     -CNT
        DCA     TMP     / setup TMP = -CNT

LOOP,                   / do {
        TAD I   X1
```

```
DCA I   X2      /   M[++X2] = M[++X1]
ISZ     TMP     /   TMP++
JMP     LOOP    / } while (TMP!=0)
```

63.2.4.1. RIM Loader Programs

Příklad 63-1. RIM Loader pro Low-Spedd Reader

```
                        / RIM LOADER
7756:                  *7756
7756: 6032  RIM, +----->KCC
7757: 6031       | +--->KSF
7760: 5357       | |<---JMP 7757
7761: 6036       | |    KRB             / read upper byte
7762: 7106       | |    CLL RTL         / rotate left 4*
7763: 7006       | |    RTL             / LA je 8 765 432 10. ba9
7764: 7510       | |  +<SPA             / skip b7=0
7765: 5357       | +--|-JMP 7757
7766: 7006       |    +>RTL             / move upper byte in place A je 543 210 .ba 987
7767: 6031       | +->+<KSF             / čekání na další byte
7770: 5367       | +--|-JMP 7767        /+
7771: 6034       |    +>KRS             / read lower byte
7772: 7420       |    +<SNL
7773: 3776       |    | DCA I 7776      / (PTR)=A
7774: 3376       |    +>DCA 7776        / PTR=0
7775: 5356      +------JMP 7756
7776: 0000  PTR,        0000
```

63.2.5. Abecední seznam instrukcí PDP-8

Tabulka 63-12. Operační kódy instrukcí PDP-8 řazené podle operačního kódu

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
And	AND y	000 iza aaa aaa	0000
And	AND I y	000 0za aaa aaa	0000
And	AND I	000 1za aaa aaa	0400
Two‘s Complement Add	TAD y	001 iza aaa aaa	1000
Two‘s Complement Add	TAD y	001 0za aaa aaa	1000
Two‘s Complement Add	TAD I y	001 1za aaa aaa	1400
Increment and Skip if Zero	ISZ y	010 iza aaa aaa	2000
Increment and Skip if Zero	ISZ y	010 0za aaa aaa	2000
Increment and Skip if Zero	ISZ I y	010 1za aaa aaa	2400
Deposit and Clear AC	DCA y	011 iza aaa aaa	3000
Deposit and Clear AC	DCA y	011 0za aaa aaa	3000
Deposit and Clear AC	DCA I y	011 1za aaa aaa	3400

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
Jump to Subroutine	`JMS`	`100 iza aaa aaa`	`4000`
Jump to Subroutine	`JMS`	`100 0za aaa aaa`	`4000`
Jump to Subroutine	`JMS I`	`100 1za aaa aaa`	`4400`
Jump	`JMP`	`101 iza aaa aaa`	`5000`
Jump	`JMP`	`101 0za aaa aaa`	`5000`
Jump	`JMP I`	`101 1za aaa aaa`	`5400`
Input/Output Transaction	`IOT f`	`110 000 000 000`	`6000`
Skip if Interrupt On	`SKON`	`110 000 000 000`	`6000`
Interrupt Turn On	`ION`	`110 000 000 001`	`6001`
Interrupt Turn Off	`IOF`	`110 000 000 010`	`6002`
Skip on Interrupt Request	`SRQ`	`110 000 000 011`	`6003`
Get Flags	`GTF`	`110 000 000 100`	`6004`
Restore Flags	`RTF`	`110 000 000 101`	`6005`
Skip if Greater Than	`SGT`	`110 000 000 110`	`6006`
Clear All Flags	`CAF`	`110 000 000 111`	`6007`
Set Reader/Punch Interrupt Enable	`RPE`	`110 000 001 000`	`6010`
RSF	`RSF`	`110 000 001 001`	`6011`
RRB	`RRB`	`110 000 001 010`	`6012`
RFC	`RFC`	`110 000 001 100`	`6014`
Read Buffer and Fetch new Character	`RCC`	`110 000 001 110`	`6016`
PCE	`PCE`	`110 000 010 000`	`6020`
Skip on Punch Flag	`PSF`	`110 000 010 001`	`6021`
Keyboard Clear Flags	`KCF`	`110 000 011 000`	`6030`
Skip on Keaboard Flag	`KSF`	`110 000 011 001`	`6031`
Clear Keyboard Flag	`KCC`	`110 000 011 010`	`6032`
Read Keyboard Buffer Static	`KRS`	`110 000 011 100`	`6034`
Keyboard Interrupt Enable	`KIE`	`110 000 011 101`	`6035`
Read Keyboard Buffer Dynamic	`KRB`	`110 000 011 110`	`6036`
Skip on No Memory Parity Error	`SMP`	`110 001 000 001`	`6101`
Skip On Power Low	`SPL`	`110 001 000 010`	`6102`
Clear Memory Parity Error Flag	`CMP`	`110 001 000 100`	`6104`
Skip on Key Board Flag	`MKSF`	`110 001 001 001`	`6111`
Clear Receive Flag	`MKCC`	`110 001 001 010`	`6112`
Read Transmitter Flag	`MTPF`	`110 001 001 011`	`6113`
Receive Operation	`MKRS`	`110 001 001 100`	`6114`
Set Interrupt Flip-Flop	`MINT`	`110 001 001 101`	`6115`
Select Specified Station	`MTON`	`110 001 001 111`	`6117`
Skip on Transmitter Flag	`MTSF`	`110 001 010 001`	`6121`
Clear Transmitter Flag	`MTCF`	`110 001 010 010`	`6122`
Read Receiver Flag Status	`MTKF`	`110 001 010 011`	`6123`

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
Transmit Operation	MTPC	110 001 010 100	6124
Skip on Interrupt Request	MINS	110 001 010 101	6125
Read Station Status	MTRS	110 001 010 111	6127
Change to Data Field	CDF	110 010 nnn 001	6201
Change Instruction Field	CIF	110 010 nnn 010	6202
Push PC on Stack 1	PPC1	110 010 000 101	6205
Enter Panel Mode	PR0	110 010 000 110	6206
Move SP1 to AC	RSP1	110 010 000 111	6207
Read Data Field	RDF	110 010 001 100	6214
Push AC on Stack 1	PAC1	110 010 001 101	6215
Enter Panel Mode	PR1	110 010 001 110	6216
Load SP1 from AC	LSP1	110 010 001 111	6217
Read Instruction Field	RIF	110 010 010 100	6224
Return from Stack 1	RTN1	110 010 010 101	6225
Enter Panel Mode	PR2	110 010 010 110	6226
Move SP2 to AC	RSP2	110 010 010 111	6227
Pop AC from Stack 1	POP1	110 010 011 101	6235
Enter Panel Mode	PR3	110 010 011 110	6236
Load SP2 from AC	LSP2	110 010 011 111	6237
Push PC on Stack 2	PPC2	110 010 100 101	6245
Write to Switch Register	WSR	110 010 100 110	6246
Push AC on Stack 2	PAC2	110 010 101 101	6255
Get Current Fields	GCF	110 010 101 110	6256
Return from Stack 2	RTN2	110 010 110 101	6265
Pop AC from Stack 2	POP2	110 010 111 101	6275
Disk Skip on Flag	DSKP	110 111 100 001	6741
Disk Clear	DCLR	110 111 100 010	6742
Load Address and Go	DLAG	110 111 100 011	6743
Load Current Address	DLCA	110 111 100 100	6744
Read Status	DRST	110 111 100 101	6745
Load Command	DLDC	110 111 100 110	6746
Maintenance Instruction	DMAN	110 111 100 111	6747
Operate	OPR b	111 bbb bbb bbb	7000
Operate Group 1	OPR1 b	111 0bb bbb bbb	7000
No Operation	NOP	111 000 000 000	7000
Increment Accumulator	IAC	111 000 000 001	7001
Byte Swap	BSW	111 000 000 010	7002
Rotate Accumulator Left	RAL	111 000 000 100	7004
Rotate Two Left	RTL	111 000 000 110	7006
Rotate Accumulator Right	RAR	111 000 001 000	7010

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
Rotate Two Right	RTR	111 000 001 010	7012
Rotate AC Left 3	R3L	111 000 001 100	7014
Complement Link	CML	111 000 010 000	7020
Complement Accumulator	CMA	111 000 100 000	7040
Set the printer/punch Flag	TLF	111 000 100 000	7040
Skip on Teleprinter Flag	TSF	111 000 100 001	7041
Complement And Increment Accumulator	CIA	111 000 100 001	7041
Clear Teleprinter Flag	TCF	111 000 100 010	7042
Load Teleprinter and Print	TPC	111 000 100 100	7044
Skip if reader or printer interrupt Flag	TSK	111 000 100 101	7045
Load Teleprinter Sequence	TLS	111 000 100 110	7046
Clear Link	CLL	111 001 000 000	7100
Set Link	STL	111 001 010 000	7120
Clear Accumulator	CLA	111 010 000 000	7200
Get Link	GLK	111 010 000 100	7204
Step Counter OR with AC	SCA	111 010 010 001	7221
Set Accumulator	STA	111 010 100 000	7240
Operate Group 2	OPR2 b	111 1bb bbb bb0	7400
Operate Group 3	OPR3 b	111 1bb bbb bb1	7401
EAE	EAE f	111 100 00f ff1	7401
Halt	HLT	111 100 000 010	7402
OR With Switch Register	OSR	111 100 000 100	7404
Unconditional Skip	SKP	111 100 001 000	7410
Skip on Non-Zero Link	SNL	111 100 010 000	7420
Load Multiplier Quotient	MQL	111 100 010 001	7421
Skip on Zero Link	SZL	111 100 011 000	7430
Skip on Zero Accumulator	SZA	111 100 100 000	7440
Skip on Non-Zero Accumulator	SNA	111 100 101 000	7450
Skip on Minus Accumulator	SMA	111 101 000 000	7500
Multiplier Quotient Load into Accumulator	MQA	111 101 000 001	7501
Skip on Positive Accumulator	SPA	111 101 001 000	7510
Swap MQ and AC	SWP	111 101 010 001	7521
Clear Accumulator	CLA	111 110 000 000	7600
Clear Accumulator	CLA	111 110 000 001	7601
Load AC from switch register	LAS	111 110 000 100	7604
Clear Accumulator and Multiplier Quotient	CAM	111 110 010 001	7621
Load AC with contents od MQ	ACL	111 111 000 001	7701

ACL

Jméno

ACL — Load AC with contents od MQ

Přehled

ACL

L
.

Popis

Střadač AC je naplněn obsahem registru MQ. Instrukce je kombinací instrukcí CLA a MQA.

MQ ⟶ AC

mnemo	kód	
	binary	octal
ACL	111 111 000 001	7701

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, MQA, MQL.

AND

Jméno

AND — Logická operace AND (∧)

Přehled

AND op

AND I op

L
-

Popis

Nad operandem instrukce a střadačem je vykonána operace logického součinu AND a výsledek je uložen do střadače AC.

```
AC ∧ operand ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
AND y	000 iza aaa aaa	0000
AND I	000 1za aaa aaa	0400
AND I y	000 0za aaa aaa	0000

Ukázky

```
                   / File: db/pdp8.code/and-example.pal  -*- mode:asm; -*-

         0030           *0030
   00030 2525  GLBA,    2525
   00031 6002  GLBPTR,  6002

         0400           *0400
   00400 0206  START,   AND LOCA
   00401 0030           AND GLBA
   00402 0607           AND I LOCPTR
   00403 0431           AND I GLBPTR
   00404 0032           AND Z 32
   00405 7402           HLT

   00406 5252  LOCA,    5252
   00407 6001  LOCPTR,  6001
                        $
   No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: DCA, OSR, TAD.

BSW

Jméno

`BSW` — Byte Swap

PDP-8/E

Přehled

`BSW`

Poznámky k tvaru instrukce

L
-

Popis

Prohodí hodnoty v horní a dolní polovině střadače.

$AC_{0...5} \longleftrightarrow AC_{6...11}$

mnemo	kód	
	binary	octal
BSW	`111 000 000 010`	`7002`

Odkazy

Podobné instrukce: RAL, RAR, RTL, RTR.

CAF

Jméno

`CAF` — Clear all Flags

PDP-8/E

Přehled

CAF

L
-

Popis

Instrukce provede to samé, jako bychom na předním panelu zmáčkli tlačítko CLEAR. Nastaví AC a L na 0 a vygeneruje INITIALIZE signál na sběrnici OMNIBUS a na I/O rozhraní.

Instrukce nesmí být vykonána pokud pokud jsou periferní zařízení aktivní. Například nesmí být vykonána v době 100 ms po instrukci TLS

0 ⟶ AC
0 ⟶ L
0 ⟶ GT
0 ⟶ IEFF ; disable interrupt
signal INITIALIZE, IOCLR

mnemo	kód	
	binary	octal
CAF	`110 000 000 111`	`6007`

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E. Je rovněž implementována v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: CLL, CLA, GTF, SGT, RTF.

- Small Computer Handbook 1973[1], strana 4-8, 4-16.

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

CAM

Jméno

`CAM` — Clear Accumulator and Multiplier Quotient

Přehled

`CAM`

L
.

Popis

Instrukce nastaví obsah střadače `AC` a registru `MQ` na hodnotu 0. Instrukce je kombinací instrukcí CLA a MQL

```
0 ⟶ AC
0 ⟶ MQ
```

mnemo	kód	
	binary	octal
CAM	`111 110 010 001`	`7621`

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, MQL.

CDF

Jméno

`CDF` — Change Data Field

Přehled

`CDF`

Popis

Obsah bitů b_6-b_8 instrukce je uložen do registru `DF`. Protože obsah registru `DF` je přidáván k adrese při čtení dat z paměti, další instrukce bude číst z paměťové banky v tomto nově nastaveném registru `DF`.

$MB_{6-8} \longrightarrow DF$

mnemo	kód	
	binary	octal
CDF	`110 010 nnn 001`	`6201`

Ukázky

```
                  / File: db/pdp8.code/ex_dfif.pal  -*- mode:asm; -*-

      0400          *0400           / program start at address 400 in field 0
00400 7200  START,  CLA
00401 6224          RIF             / Read IF into AC bits 6-8
00402 3211          DCA LASTIF
00403 6214          RDF             / Read DF into AC bits 6-8
00404 3212          DCA LASTDF

00405 6221          CDF 20          / Change DF to 2
00406 6212          CIF 10          / Change IB to 1
00407 5300          JMP 0500        / IB->IF; Jump to 0500 in IF 1
00410 7402          HLT

00411 0000  LASTIF, 0
00412 0000  LASTDF, 0

                    FIELD 1
10200 7402          HLT
                    $

No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: CIF, RDF, RIF.

- Small Computer Handbook 1970[1], strana 51
- Small Computer Handbook 1973[2], strana 5-14

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

CIA

Jméno

`CIA` — Complement And Increment Accumulator

Přehled

`CIA`

L
*

Popis

Spočet spočte zápornou hodnotu k číslu ve středači `AC`, a výsledek uloží zpět do středače `AC`. Instrukce je kombinací instrukcí CMA a IAC.

-AC ⟶ AC

mnemo	kód	
	binary	octal
CIA	`111 000 100 001`	`7041`

Odkazy

Podobné instrukce: CML, CIA.

CIF

Jméno

`CIF` — Change Instruction Field

Přehled

`CIF`

Popis

Obsah bitů b_6-b_8 instrukce je uložen do registru `IB`. Následná instrukce JMP nebo JMS zapíše obsah registru `IB` do registru `IF` a způsobí tak přechod na banku z programem určenou registrem `IB`.

$MB_{6\text{-}8} \longrightarrow IB$

mnemo	kód	
	binary	octal
CIF	`110 010 nnn 010`	`6202`

Ukázky

```
                      / File: db/pdp8.code/ex_dfif.pal  -*- mode:asm; -*-

            0400              *0400            / program start at address 400 in field 0
      00400 7200   START,     CLA
      00401 6224              RIF              / Read IF into AC bits 6-8
      00402 3211              DCA LASTIF
      00403 6214              RDF              / Read DF into AC bits 6-8
      00404 3212              DCA LASTDF

      00405 6221              CDF 20           / Change DF to 2
      00406 6212              CIF 10           / Change IB to 1
      00407 5300              JMP 0500         / IB->IF; Jump to 0500 in IF 1
      00410 7402              HLT

      00411 0000   LASTIF, 0
      00412 0000   LASTDF, 0

                              FIELD 1
      10200 7402              HLT
                              $

   No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: CDF, RDF, RIF.

- Small Computer Handbook 1970[1], strana 51
- Small Computer Handbook 1973[2], strana 5-14

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

CLA

Jméno

`CLA` — Clear Accumulator

Přehled

```
CLA
```

L
-

Popis

Všechny bity střadače AC jsou nastaveny na 0. V střadači je tedy hodnota 0000_{OCT}.

$0 \longrightarrow AC$

Instrukce se dá vyjádřit více kódy. Je totož kódována bitem b_4 ve skupinách μoperací 1, 2 i 3.

mnemo	kód	
	binary	octal
CLA	`111 010 000 000`	`7200`
CLA	`111 110 000 000`	`7600`
CLA	`111 110 000 001`	`7601`

Odkazy

Podobné instrukce: CLL, CMA, DCA, GLK, STA.

- 63.2.2

CLL

Jméno

`CLL` — Clear Link

Přehled

CLL

L
*

Popis

Instrukce smaže obsah jednobotového registru L. T.j. nastaví jej na hodnotu 0.

$0 \longrightarrow L$

mnemo	kód	
	binary	octal
CLL	111 001 000 000	7100

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, CML, STL.

CMA

Jméno

CMA — Complement Accumulator

Přehled

CMA

L
-

Popis

Jedničkový doplněk střadače AC. Operace bitově neguje obsah střadače AC.

$\neg AC_j \longrightarrow AC_j$

mnemo	kód	
	binary	octal
CMA	`111 000 100 000`	`7040`

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, CML, CIA.

CML

Jméno

`CML` — Complement Link

Přehled

`CML`

L
*

Popis

Operace neguje obsah jednobitového registru `L`.

$\neg L \longrightarrow L$

mnemo	kód	
	binary	octal
CML	`111 000 010 000`	`7020`

Odkazy

Podobné instrukce: CLL, CMA.

CMP

Jméno

`CMP` — Clear Memory Parity Error Flag

Přehled

`CMP`

L
-

Popis

Příznak chyby parity paměti je smazán.

```
0 ⟶ Memory Parity Error Flag
```

mnemo	kód	
	binary	octal
CMP	`110 001 000 100`	`6104`

Odkazy

Podobné instrukce: SMP.

DCA

Jméno

`DCA` — Deposit and Clear AC

Přehled

`DCA op`

`DCA I op`

L
-

Popis

Obsah střadače je uložen do paměti určené operandem a poté je obsah střadače vymazán.

```
AC⟶mem[operand]
0⟶AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
DCA y	`011 iza aaa aaa`	`3000`
DCA y	`011 0za aaa aaa`	`3000`
DCA I y	`011 1za aaa aaa`	`3400`

Odkazy

Podobné instrukce: AND, TAD.

DCLR

Jméno

`DCLR` — Disk Clear

Přehled

`DCLR`

L
*

Popis

Instrukce fykoná funkce podle nastavení bitů 10 a 11 střadače AC.

Tabulka 63-1. DCLR příkazy

AC_{10}	AC_{10}	Mnemo	popis
0	0	DCLS	Clear AC and Status Register
0	1	DCLC	Clear AC and Control, Major registers are cleared. This instruction will stop the control even if it is rewriting the header.
1	0	DCLD	Clear AC, Recalibrate Selected Drive to track 000 and clear Status Register.

mnemo	kód	
	binary	octal
DCLR	`110 111 100 010`	`6742`

Odkazy

Podobné instrukce: DLAG, DLCA, DLDC, DMAN, DRST, DSKP.

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DLAG

Jméno

`DLAG` — Load Address and Go

Přehled

`DLAG`

L
*

Popis

Instrukce nahraje adresu sektoru z registru AC a provede instrukci v příkazovém registru.

mnemo	kód	
	binary	octal
DLAG	`110 111 100 011`	`6743`

Odkazy

Podobné instrukce: DCLR, DLCA, DLDC, DMAN, DRST, DSKP.

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DLCA

Jméno

`DLCA` — Load Current Address

Přehled

`DLCA`

L
*

Popis

Instrukce nahraje do adresního registru obsah AC. AC je poté vymazán.

mnemo	kód	
	binary	octal
DLCA	`110 111 100 100`	`6744`

Odkazy

Související instrukce: DCLR, DLAG, DLDC, DMAN, DRST, DSKP.

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DLDC

Jméno

`DLDC` — Load Command

Přehled

`DLDC`

L
*

Popis

Instrukce naplní příkazový registr obsahem střadače AC, a vymaže jak střadač AC tak i stavový registr.

mnemo	kód	
	binary	octal
DLDC	`110 111 100 110`	`6746`

Odkazy

Související instrukce: DCLR, DLAG, DLCA, DMAN, DRST, DSKP.

Odkazy:

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DMAN

Jméno

`DMAN` — Maintenance Instruction

Přehled

`DMAN`

L
*

Popis

Servisní instrukce, bližší informace mi nejsou známy.

mnemo	kód	
	binary	octal
DMAN	`110 111 100 111`	`6747`

Odkazy

Související instrukce: DCLR, DLAG, DLCA, DLDC, DRST, DSKP.

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DRST

Jméno

`DRST` — Read Status

Přehled

`DRST`

L
*

Popis

Instrukce naplní střadač AC obsahem stavového registru.

mnemo	kód	
	binary	octal

mnemo	kód	
	binary	octal
DRST	`110 111 100 101`	`6745`

Odkazy

Související instrukce: DCLR, DLAG, DLCA, DLDC, DMAN, DSKP.

- RK8
- Minicomputer Handbook strana 9-116

DSKP

Jméno

`DSKP` — Disk Skip on Flag

Přehled

`DSKP`

L
*

Popis

Přeskočí následující instrukce je-li nastaven příznak ukončení přenosu (TRANSFER DONE) nebo příznak chyby (ERROR).

mnemo	kód	
	binary	octal
DSKP	`110 111 100 001`	`6741`

Odkazy

Podobné instrukce: DCLR, DLAG, DLCA, DLDC, DMAN, DRST.

- RK8

- Minicomputer Handbook strana 9-116

GCF

Jméno

`GCF` — Get Current Fields

HD-6120

Přehled

`GCF`

L
-

Popis

Do jednotlivých bitů střadače `AC` je nahrán obsah řady příznaků a malých registrů..

L ⟶ AC_0
GT ⟶ AC_1
INTEREQ ⟶ AC_2 ; 1 if INTEREQ low, 0 if high
PWRON ⟶ AC_3
IEFF ⟶ AC_4
0 ⟶ AC_5
IF ⟶ $AC_{6\text{-}8}$
DF ⟶ $AC_{9\text{-}11}$

mnemo	kód	
	binary	octal
GCF	`110 010 101 110`	`6256`

Poznámka: Tato instrukce je implementována v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: CAF, RTF, SGT.

- HD6120 Specifications, strana 4-16

GLK

Jméno

`GLK` — Get Link

Přehled

`GLK`

L
-

Popis

Instrukce GLK je kombinací instrukcí CLA a RAL. Instrukce udělá to že načte hodnotu registru `L` do středače `AL`.

if L=0 then 0⟶AC
if L=1 then 1⟶AC

mnemo	kód	
	binary	octal
GLK	`111 010 000 100`	`7204`

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, RAL.

GTF

Jméno

GTF — Get Flags

PDP-8/E, HD-6120

Přehled

GTF

L
-

Popis

LINK ⟶ AC_0
GT ⟶ AC_1
INTREQ ⟶ AC_2
PWRON ⟶ AC_3
1 ⟶ AC_4
0 ⟶ AC_5
ISF ⟶ $AC_{6\text{-}8}$
DSF ⟶ $AC_{9\text{-}11}$

mnemo	kód	
	binary	octal
GTF	110 000 000 100	6004

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E.

Odkazy

Podobné instrukce: CAF, GCF, RTF, SGT.

- HD6120 Specifications, strana 4-17

HLT

Jméno

`HLT` — Halt

Přehled

`HLT`

L
-

Popis

Instrukce zastaví procesor. Tato instrukce je kódována bitem b_{10} v mikrokódu instrukce OPR2.

mnemo	kód	
	binary	octal
HLT	`111 100 000 010`	`7402`

Odkazy

Podobné instrukce: NOP, OPR, OPR2.

IAC

Jméno

`IAC` — Increment Accumulator

Přehled

`IAC`

L
-

Popis

Obsah střadače AC je zvětšen o jedničku.

```
AC+1 ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
IAC	111 000 000 001	7001

Odkazy

Podobné instrukce: NOP, ISZ.

IOF

Jméno

`IOF` — Interrupt Turn Off

Přehled

`IOF`

L
-

Popis

Instrukce zakáže přerušení.

mnemo	kód	
	binary	octal
IOF	110 000 000 010	6002

Odkazy

Podobné instrukce: ION, SKON.

- Small Computer Handbook 1973[1], strana 4-8

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

ION

Jméno

`ION` — Interrupt Turn On

Přehled

`ION`

L
-

Popis

Instrukce povolí přerušení.

mnemo	kód	
	binary	octal
ION	`110 000 000 001`	`6001`

Odkazy

Podobné instrukce: IOF, SKON.

IOT f

Jméno

`IOT f` — Input/Output Transaction

Přehled

IOT *b*

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

IOT instrukce je základní tvar vstupně výstupní instrukce. V obecném popisu instrukce se praví, že bity 3-8 určují zařízení a bity 9-11 funkci. Ve skutečnosti jsou ale periferní zařízení přidávána přímo do procesoru a modifikují jej. S jednotlivými rozšířeními pak mohou periferní zařízení používat byty instrukce IOT jiným způsobem než je namalováno.

Obrázek 63-1. Tvar instrukce IOT počítače PDP-8.

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1 | 1 | 0 |        device         | function  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Ve skutečnosti se instrukce IOT nepoužívá, ale pro jednotlivé zařízení a oprace jsou definovány samostatné názvy instrukcí.

mnemo	kód	
	binary	octal
IOT f	`110 000 000 000`	`6000`

Odkazy

Podobné instrukce: HLT.

* ***FIXME:****zajistit automatické vygenerování všech IO instrukcí.*

ISZ

Jméno

`ISZ` — Increment and Skip if Zero

Přehled

`ISZ op`

`ISZ I op`

L
*

Popis

Obsah paměti určené operandem je zvětšen o 1. Je-li výsledná hodnota 0 je přeskočena následující instrukce.

```
operand + 1 ⟶ operand; If operand=0 then PC+1⟶PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
ISZ y	010 iza aaa aaa	2000
ISZ y	010 0za aaa aaa	2000
ISZ I y	010 1za aaa aaa	2400

Odkazy

Podobné instrukce: IAC, JMP, JMS, SKP, TAD.

JMP

Jméno

`JMP` — Jump

Přehled

`JMP op`

`JMP I op`

L
-

Popis

Do PC je nahrána adresa určená operandem. Vykonávání programu pokračuje instrukcí na této adrese.

```
operand⟶PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
JMP	`101 iza aaa aaa`	`5000`
JMP	`101 0za aaa aaa`	`5000`
JMP I	`101 1za aaa aaa`	`5400`

Odkazy

Podobné instrukce: ISZ, JMS, SKP.

JMS

Jméno

`JMS` — Jump to Subroutine

Přehled

`JMS op`

`JMS I op`

L
-

Popis

Obsah PC je uložen do paměti určené operandem a poté je do PC nahrána adresa o jedničku větší než kam byl uložen jeho obsah.

```
PC⟶mem[operand]
operand+1⟶PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
JMS	`100 iza aaa aaa`	`4000`
JMS	`100 0za aaa aaa`	`4000`
JMS I	`100 1za aaa aaa`	`4400`

Odkazy

Podobné instrukce: JMP, SKP.

KCC

Jméno

`KCC` — Clear Keaboard Flag

Přehled

`KCC`

L
-

Popis

V přípravě na čtení znaku z terminálu je vymazán příznak klávesnice a střadač.

```
0 ⟶ AC
0 ⟶ Keyboard Flag
```

mnemo	kód	
	binary	octal
KCC	`110 000 011 010`	`6032`

Odkazy

Podobné instrukce: KCF, KIE, KRB, KRS, KSF.

KCF

Jméno

KCF — Keyboard Clear Flags

Přehled

KCF

L
-

Popis

Příznak klávesnice oznamující že klávesnice má připravená data je smazán.

Tato instrukce podporována na modelech starších než PDP-8/E. Instrukci je možno použít se zařízeními:

zařízení	vstup	výstup
Console TTY	03	04
Second TTY	40	41
Serial printer	65	66
VT78 serial #1	30	31
VT78 serial #2	32	33
DECmate printer	32	33

0 ⟶

mnemo	kód	
	binary	octal
KCF	110 000 011 000	6030

Odkazy

Podobné instrukce: KCC, KSF, KRS, KIE, KRB.

Odkazy:

- [1] strana 6-5
-

KIE

Jméno

`KIE` — Keyboard Interrupt Enable

Přehled

`KIE`

L
-

Popis

Obsah střadače AC je nahrán do řídicího registru zařízení.

Tato instrukce podporována na modelech starších než PDP-8/E. Instrukcei je možno použít se zařízeními:

zařízení	vstup	výstup
Console TTY	03	04
Second TTY	40	41
Serial printer	65	66
VT78 serial #1	30	31
VT78 serial #2	32	33
DECmate printer	32	33

`0` ⟶

mnemo	kód	
	binary	octal
KIE	`110 000 011 101`	`6035`

Odkazy

Podobné instrukce: KCC, KCF, KSF, KRS, KRB.

KRB

Jméno

`KRB` — Read Keyboard Buffer Dynamic

Přehled

KRB

L
-

Popis

Je vymazán střadač a příznak klávesnice. Poté je k obsahu střadače přičten znak přečtený z klávesnice.

```
0 ⟶ AC
0 ⟶ Keyboard Flag
TTI + AC ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
KRB	110 000 011 110	6036

Ukázky

```
                / File: db/pdp8.code/keybinput.pal -*- mode:asm; -*-

          0200  *200
    00200 6032  INPUT,  KCC             /CLEAR KEYBOARD FLAG
    00201 4204          JMS LISN        /ENTER SUBROUTINE
    00202 3211          DCA STORE       /STORE ASCII CHARACTER
    00203 7402          HLT

    00204 0000  LISN,   0               /LISN SUBROUTINE
    00205 6031          KSF             /KEYBOARD FLAG RAISED YET?
    00206 5205          JMP .-1         /NO: CHECK AGAIN
    00207 6036          KRB             /YES: READ THE CHARACTER
    00210 5604          JMP I LISN      /RETURN TO MAINLINE

    00211 0000  STORE,  0
                $

No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: KCC, KCF, KIE, KRS, KSF.

Odkazy:

- [1] strana 6-4
-

KRS

Jméno

`KRS` — Read Keyboard Buffer Static

Přehled

`KRS`

L
-

Popis

Je přečten znak z klávesnice a jeho hodnota přičtena k hodnotě střadače. Výsledek je uložen do střadače.

```
TTI + AC ⟶ AC
0 ⟶ Keyboard Flag
```

mnemo	kód	
	binary	octal
KRS	`110 000 011 100`	`6034`

Odkazy

Podobné instrukce: KCC, KCF, KIE, KRB, KSF.

KSF

Jméno

`KSF` — Skip on Keaboard Flag

Přehled

`KSF`

L
-

Popis

Je zkoumán příznak klávesnice. Má-li hodnotu 1, je přeskočena následující instrukce.

```
If Keyboard Flag = 1 then PC+1⟶PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
KSF	`110 000 011 001`	`6031`

Odkazy

Podobné instrukce: KCC, KCF, KIE, KRB, KRS.

LAS

Jméno

`LAS` — Load AC from switch register

Přehled

`LAS`

L

L
.

Popis

Instrukce je bitovou kombinací instrukcí CLA a OSR.

```
SR ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
LAS	`111 110 000 100`	`7604`

Odkazy

Podobné instrukce: HLT.

LSP1

Jméno

`LSP1` — Load SP1 from AC

HD-6120

Přehled

`LSP1`

L
*

Popis

Obsah střadače `AC` je uložen do registru `SP1` ukazatele na první zásobník.

```
AC ⟶ SP1
0 ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
LSP1	`110 010 001 111`	`6217`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, RTR.

- HD6120 Specifications strana 4-13

LSP2

Jméno

`LSP2` — Load SP2 from AC

HD-6120

Přehled

`LSP2`

L
*

Popis

Obsah střadače `AC` je uložen do registru `SP2` ukazatele na druhý zásobník.

```
AC ⟶ SP2
0 ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
LSP2	`110 010 011 111`	`6237`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, RTR.

- HD6120 Specifications strana 4-13

MINS

Jméno

`MINS` — Skip on Interrupt Request

Přehled

`MINS`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MINS	`110 001 010 101`	`6125`

Odkazy

Podobné instrukce: MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MINT

Jméno

`MINT` — Set Interrupt Flip-Flop

Přehled

`MINT`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MINT	`110 001 001 101`	`6115`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MKCC

Jméno

`MKCC` — Clear Receive Flag

Přehled

`MKCC`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MKCC	`110 001 001 010`	`6112`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MKRS

Jméno

`MKRS` — Receive Operation

Přehled

`MKRS`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal

mnemo	kód	
	binary	octal
MKRS	`110 001 001 100`	`6114`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MKSF

Jméno

`MKSF` — Skip on Key Board Flag

Přehled

`MKSF`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MKSF	`110 001 001 001`	`6111`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12

- 63.3.2

MQA

Jméno

MQA — Multiplier Quotient Load into Accumulator ($\vee$)

Přehled

MQA

L
.

Popis

Instrukce spočte logický součet (operace $\vee$) hodnoty ve střadači AC a hondoty v registru MQ. Výsledek je uložen do střadače AC.

Tato instrukce je jediný způsob jak přečíst hodnotu z registru MQ. Současně se touto instrukcí dá jednodušeji spočítat logický součet OR ($\vee$).

MQ $\vee$ AC $\longrightarrow$ AC

mnemo	kód	
	binary	octal
MQA	111 101 000 001	7501

Odkazy

Podobné instrukce: CAM, CLA, MQL, SWP.

MQL

Jméno

`MQL` — Load Multiplier Quotient

Přehled

`MQL`

L
.

Popis

Do registru `MQ` se nahraje obsah střadače `AC`. Střadač je poté vynulován.

```
AC ⟶ MQ
0 ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
MQL	`111 100 010 001`	`7421`

Odkazy

Podobné instrukce: ACL, CLA, MQA, SWP, CAM.

MTCF

Jméno

`MTCF` — Clear Transmitter Flag

Přehled

`MTCF`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTCF	`110 001 010 010`	`6122`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MTKF

Jméno

`MTKF` — Read Receiver Flag Status

Přehled

`MTKF`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal

mnemo	kód	
	binary	octal
MTKF	`110 001 010 011`	`6123`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MTON

Jméno

`MTON` — Select Specified Station

Přehled

`MTON`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTON	`110 001 001 111`	`6117`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTPC, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12

- 63.3.2

MTPC

Jméno

`MTPC` — Transmit Operation

Přehled

`MTPC`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTPC	`110 001 010 100`	`6124`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPF, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MTPF

Jméno

`MTPF` — Read Transmitter Flag

Přehled

MTPF

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTPF	`110 001 001 011`	`6113`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTRS, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MTRS

Jméno

`MTRS` — Read Station Status

Přehled

MTRS

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTRS	`110 001 010 111`	`6127`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTSF.

- [1] strana D-12
- 63.3.2

MTSF

Jméno

`MTSF` — Skip on Transmitter Flag

Přehled

`MTSF`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
MTSF	`110 001 010 001`	`6121`

Odkazy

Podobné instrukce: MINS, MINT, MKCC, MKRS, MKSF, MTCF, MTKF, MTON, MTPC, MTPF, MTRS.

- [1] strana D-12

- 63.3.2

OPR

Jméno

`OPR` — Operate

Jméno

`NOP` — No Operation

Přehled

NOP

OPR *b*

OPR1 *b*

OPR2 *b*

OPR3 *b*

EAE *f*

Jedná se o různé tvary instrukce OPR. NOP je instrukce OPR bez nastavených bitů mikrokódu, proto ji uvádím zde. OPR1, OPR2 a OPR3 jsou různé skupiny lišící se nastavením bitů 3 a 11 v mikrokódu. EAE je zvláštní forma nebo podskupina operací skupiny OPR3.

L
-

Popis

Instrukce OPR je základní tvar třídy instrukcí OPR. Její speciální forma je pak instrukce NOP. Instrukce OPR se dělí do několika skupin. Mezi těmito skupinami se rozlišuje pomocí bitů b_3 a b_{11}. Případně dalších bitů.

Obrázek 63-1. Přehledová tabulka mikrokódu instrukce OPR počítače PDP-8

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 0 |CLA|CLL|CMA|CML|RAR|RAL| 0 |IAC| Skupina 1
|           |               |RTR|RTL| 1 |   |
|           |               | 0 | 0 |BSW|   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1 |CLA|SMA|SZA|SNL| 0 |OSR|HLT| 0 | Skupina 2
```

```
|           |   |   |SPA|SNA|SZL|SKP|           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1 | 1 |CLA|MQA|SCA|MQL|EAE opcode | 1 | Skupina 3 (EAE)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

mnemo	kód	
	binary	octal
NOP	`111 000 000 000`	`7000`
OPR b	`111 bbb bbb bbb`	`7000`
OPR1 b	`111 0bb bbb bbb`	`7000`
OPR2 b	`111 1bb bbb bb0`	`7400`
OPR3 b	`111 1bb bbb bb1`	`7401`
EAE f	`111 100 00f ff1`	`7401`

Odkazy

Podobné instrukce: HLT.

* ***FIXME:****zajistit automatické vygenerování odkazů na konrétní instrukce.*

OSR

Jméno

`OSR` — OR With Switch Register

Přehled

`OSR`

L
-

Popis

Provede operaci logického součtu mezi AC a SR. Výsledek uloží do AC.

`SR ∨ AC ⟶ AC`

mnemo	kód	
	binary	octal
OSR	`111 100 000 100`	`7404`

Odkazy

Podobné instrukce: AND, NOP.

PAC1

Jméno

`PAC1` — Push AC on Stack 1

HD-6120

Přehled

`PAC1`

L
*

Popis

Obsah akumulátoru je uložen na vrchol prvního zásobníku.

```
AC ⟶ mem[SP1]
SP1-1 ⟶ SP1
```

mnemo	kód	
	binary	octal
PAC1	`110 010 001 101`	`6215`

Odkazy

Podobné instrukce: PPC1, PAC2, RTN1, POP1, RSP1, LSP1.

- HD6120 Specifications strana 4-16

PAC2

Jméno

`PAC2` — Push AC on Stack 2

HD-6120

Přehled

`PAC2`

L
*

Popis

Obsah akumulátoru je uložen na vrchol druhého zásobníku.

```
AC ⟶ mem[SP2]
SP2−1 ⟶ SP2
```

mnemo	kód	
	binary	octal
PAC2	`110 010 101 101`	`6255`

Odkazy

Podobné instrukce: PPC2, PAC1, RTN2, POP2, RSP2, LSP2.

- HD6120 Specifications strana 4-16

PCE

Jméno

`PCE` — Cleart Reader/Punch Interrupt Enable

Přehled

`PCE`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
PCE	`110 000 010 000`	`6020`

Odkazy

Podobné instrukce: RPE.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

POP1

Jméno

`POP1` — Pop AC from Stack 1

HD-6120

Přehled

`POP1`

L
*

Popis

Hodnota z prvního zásobníku `SP1` je vyjmuta a vložena do střadače `AC`.

```
SP1+1 ⟶ SP1
mem[SP1] ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
POP1	110 010 011 101	6235

Odkazy

Podobné instrukce: PPC1, PAC1, RTN1, POP2, LSP1, RSP1.

- HD6120 Specifications strana 4-16

POP2

Jméno

`POP2` — Pop AC from Stack 2

HD-6120

Přehled

`POP2`

L
*

Popis

Hodnota z druhého zásobníku `SP2` je vyjmuta a vložena do střadače `AC`.

```
SP2+1 ⟶ SP2
```

```
mem[SP2] ⟶ AC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
POP2	`110 010 111 101`	`6275`

Odkazy

Podobné instrukce: PPC2, PAC2, RTN2, POP1, RSP2, LSP2.

- HD6120 Specifications strana 4-16

PPC1

Jméno

`PPC1` — Push PC on Stack 1

HD-6120

Přehled

`PPC1`

L
*

Popis

Obsah čítače instrukcí `AC` je uložen na vrchol prvního zásobníku.

```
PC ⟶ mem[SP1]
SP1−1 ⟶ SP1
```

mnemo	kód	
	binary	octal
PPC1	`110 010 000 101`	`6205`

Odkazy

Podobné instrukce: LSP1, PAC1, POP1, PPC2, RSP1, RTN1.

- HD6120 Specifications strana 4-16

PPC2

Jméno

`PPC2` — Push PC on Stack 2

HD-6120

Přehled

`PPC2`

L
*

Popis

Obsah čítače instrukcí `PC` je uložen na vrchol druhého zásobníku.

```
PC ⟶ mem[SP2]
SP2−1 ⟶ SP2
```

mnemo	kód	
	binary	octal
PPC2	`110 010 100 101`	`6245`

Odkazy

Podobné instrukce: LSP2, PAC2, POP2, PPC1, RSP2, RTN2.

- HD6120 Specifications strana 4-16

PR0

Jméno

`PR0, PR1, PR2, PR3` — Enter Panel Mode

HD-6120

Přehled

PR0

PR1

PR2

PR3

L
.

Popis

Nastaví PNLTRP a následující instrukce je vykonána v Panel módu.

1 ⟶ PNLTRP

mnemo	kód	
	binary	octal
PR0	110 010 000 110	6206
PR1	110 010 001 110	6216
PR2	110 010 010 110	6226
PR3	110 010 011 110	6236

Poznámka: Tato instrukce je implementována v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: OSR.

- HD6120 Specifications, strana 4-17

PSF

Jméno

PSF — Skip on Punch Flag

Přehled

PSF

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
PSF	110 000 010 001	6021

Odkazy

Podobné instrukce: PCE, RPE.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

R3L

Jméno

R3L — Rotate AC left 3 places

HD-6120

Přehled

R3L

L
*

Popis

Pseudokód

$AC_j \longrightarrow AC_{j-3}$
$AC_0 \longrightarrow AC_9$
$AC_1 \longrightarrow AC_{10}$
$AC_2 \longrightarrow AC_{11}$

mnemo	kód	
	binary	octal
R3L	`111 000 001 100`	`7014`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, RTR.

- HD6120 Specifications strana 4-13

RAL

Jméno

`RAL` — Rotate Accumulator Left

Přehled

```
RAL
```

L
*

Popis

$AC_j \longrightarrow AC_{j-1}$
$AC_0 \longrightarrow L$

$L \longrightarrow AC_{11}$

mnemo	kód	
	binary	octal
RAL	111 000 000 100	7004

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAR, RTL, RTR.

RAR

Jméno

RAR — Rotate Accumulator Right

Přehled

RAR

L
*

Popis

$AC_j \longrightarrow AC_{j+1}$
$AC_{11} \longrightarrow L$
$L \longrightarrow AC_0$

mnemo	kód	
	binary	octal
RAR	111 000 001 000	7010

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RTL, RTR.

RCC

Jméno

`RCC` — Read Buffer and Fetch new Character (RRB, RFC)

Přehled

RCC

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	**octal**
RCC	`110 000 001 110`	`6016`

Odkazy

Podobné instrukce: RFC, RPE, RRB, RSF.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

RDF

Jméno

`RDF` — Read Data Field

Přehled

RDF

Popis

Je spočtěn logický součet obsahu registru `DF` s bity 6,7,8 střadače `AC`. Výsledek je uložen ve střadači `AC`. Další bity střadače `AC` zůstávají nezměněny.

$$DF \vee AC_{6\text{-}8} \longrightarrow AC_{6\text{-}8}$$

mnemo	kód	
	binary	octal
RDF	110 010 001 100	6214

Ukázky

```
                / File: db/pdp8.code/ex_dfif.pal  -*- mode:asm; -*-

       0400           *0400           / program start at address 400 in field 0
 00400 7200  START,   CLA
 00401 6224           RIF             / Read IF into AC bits 6-8
 00402 3211           DCA LASTIF
 00403 6214           RDF             / Read DF into AC bits 6-8
 00404 3212           DCA LASTDF

 00405 6221           CDF 20          / Change DF to 2
 00406 6212           CIF 10          / Change IB to 1
 00407 5300           JMP 0500        / IB->IF; Jump to 0500 in IF 1
 00410 7402           HLT

 00411 0000  LASTIF,  0
 00412 0000  LASTDF,  0

                      FIELD 1
 10200 7402           HLT
                      $

   No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: CDF, CIF, RIF.

- Small Computer Handbook 1970[1], strana 51
- Small Computer Handbook 1973[2], strana 5-14

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

RFC

Jméno

`RFC` — Reader Fetch Character

Přehled

`RFC`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
RFC	`110 000 001 100`	`6014`

Odkazy

Podobné instrukce: RPE, RRB, RSF.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

RIF

Jméno

`RIF` — Read Instruction Field

Přehled

`RIF`

Popis

Je spočtěn logický součet obsahu registru `IF` s bity 6,7,8 střadače `AC`. Výsledek je uložen ve střadači `AC`. Další bity střadače `AC` zůstávají nezměněny.

$IF \vee AC_{6\text{-}8} \longrightarrow AC_{6\text{-}8}$

mnemo	kód	
	binary	octal
RIF	`110 010 010 100`	`6224`

Ukázky

```
                / File: db/pdp8.code/ex_dfif.pal  -*- mode:asm; -*-

       0400          *0400           / program start at address 400 in field 0
 00400 7200  START,  CLA
 00401 6224          RIF             / Read IF into AC bits 6-8
 00402 3211          DCA LASTIF
 00403 6214          RDF             / Read DF into AC bits 6-8
 00404 3212          DCA LASTDF

 00405 6221          CDF 20          / Change DF to 2
 00406 6212          CIF 10          / Change IB to 1
 00407 5300          JMP 0500        / IB->IF; Jump to 0500 in IF 1
 00410 7402          HLT

 00411 0000  LASTIF, 0
 00412 0000  LASTDF, 0

                     FIELD 1
 10200 7402          HLT
                     $

 No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: CIF, CDF, RDF.

- Small Computer Handbook 1970[1], strana 52
- Small Computer Handbook 1973[2], strana 5-15

Poznámky

1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf

RPE

Jméno

`RPE` — Set Reader/Punch Interrupt Enable

Přehled

`RPE`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
RPE	`110 000 001 000`	`6010`

Odkazy

Podobné instrukce: HLT.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

RRB

Jméno

`RRB` — Read Reader Buffer

Přehled

`RRB`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
RRB	`110 000 001 010`	`6012`

Odkazy

Podobné instrukce: RPE, RSF.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

RSF

Jméno

`RSF` — Skip on Reader Flag

Přehled

`RSF`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
RSF	`110 000 001 001`	`6011`

Odkazy

Podobné instrukce: RPE, RRB.

- DEC-08-XINPA-A-D_intrPgm_75.pdf strana D-7
-

RSP1

Jméno

`RSP1` — Load AC from SP1

HD-6120

Přehled

`RSP1`

L
*

Popis

Hodnota ukazatele zásobníku `SP1` je zapsána do střadače `AC`.

`SP1` ⟶ `AC`

mnemo	kód	
	binary	octal
RSP1	`110 010 000 111`	`6207`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, RTR.

- HD6120 Specifications strana 4-13

RSP2

Jméno

`RSP2` — Load AC from SP2

HD-6120

Přehled

`RSP2`

L
*

Popis

Hodnota ukazatele zásobníku `SP2` je zapsána do střadače `AC`.

`SP2` ⟶ `AC`

mnemo	kód	
	binary	octal
RSP2	`110 010 010 111`	`6227`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, RTR.

- HD6120 Specifications strana 4-13

RTF

Jméno

`RTF` — Restore Flags

PDP-8/E, HD-6120

Přehled

`RTF`

L
-

Popis

Obnovení příznaků a řady menších registrů z hodnoty ve střadači `AC`.

$AC_0 \longrightarrow L$
$AC_1 \longrightarrow GT$
$AC_4 \longrightarrow IEFF$
$AC_{6\text{-}8} \longrightarrow IB$
$AC_{9\text{-}11} \longrightarrow DF$
$1 \longrightarrow IIFF$
$0 \longrightarrow AC$

mnemo	kód	
	binary	octal
RTF	`110 000 000 101`	`6005`

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E. Je rovněž implementována v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: CAF, GTF, SGT.

RTL

Jméno

`RTL` — Rotate Two Left

Přehled

`RTL`

L
*

Popis

Pseudokód

$AC_j \longrightarrow AC_{j-2}$
$AC_1 \longrightarrow L$
$AC_0 \longrightarrow AC_{11}$
$L \longrightarrow AC_{10}$

* *db=pdp8.isa id='111 000 000 110' mnemonic='RTL' name='Rotate Two Left' linkend=pdp8.isa.rtl*

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTR, R3L.

RTN1

Jméno

`RTN1` — Return from Stack 1

HD-6120

Přehled

`RTN1`

L
*

Popis

Obsah čítače instrukcí je obnoven z prvního zásobníku.

```
SP1+1 ⟶ SP1
mem[SP1] ⟶ PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
RTN1	110 010 010 101	6225

Odkazy

Podobné instrukce: PPC1, PAC1, RTN2, POP1, RSP1, LSP1.

- HD6120 Specifications strana 4-16

RTN2

Jméno

RTN2 — Return from Stack 2

HD-6120

Přehled

RTN2

L
*

Popis

Obsah čítače instrukcí PCje obnoven z druhého zásobníku.

```
SP2+1 ⟶ SP2
```

`mem[SP2] ⟶ PC`

mnemo	kód	
	binary	octal
RTN2	`110 010 110 101`	`6265`

Odkazy

Podobné instrukce: PAC2, PPC2, RTN1, POP2, RSP2, LSP2.

- HD6120 Specifications strana 4-16

RTR

Jméno

`RTR` — Rotate Two Right

Přehled

`RTR`

L
*

Popis

$AC_j \longrightarrow AC_{j+2}$
$AC_{11} \longrightarrow AC_0$
$AC_{10} \longrightarrow L$
$L \longrightarrow AC_1$

mnemo	kód	
	binary	octal
RTR	`111 000 001 010`	`7012`

Odkazy

Podobné instrukce: BSW, RAL, RAR, RTL, R3L.

SCA

Jméno

`SCA` — Step Counter OR with AC

KE8-E Mode A

Přehled

`SCA`

L
.

Popis

Obsah čítače Step Counter je logicky sečten s AC_7-AC_{11} a uložen do AC_7-AC_{11}. AC_0-AC_6 zůstáva nezměněno.

mnemo	kód	
	binary	octal
SCA	`111 010 010 001`	`7221`

Odkazy

Podobné instrukce: HLT.

SGT

Jméno

`SGT` — Skip if Greater Than

PDP-8/E, HD-6120

Přehled

`SGT`

L
-

Popis

Přeskočí následující instrukci, pokud je nastave příznak/registr `GT`.

If GT==1 then PC+1⟶PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SGT	`110 000 000 110`	`6006`

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E, je implementována rovněž v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: CAF, GTF, RTF.

SKON

Jméno

`SKON` — Skip if Interrupt On

PDP-8/E

Přehled

SKON

L
-

Popis

Je-li povoleno přerušení je přeskočena následující instrukce.

```
If Interrupt Enabled then PC+1 ⟶ PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
SKON	110 000 000 000	6000

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E.

Odkazy

Podobné instrukce: SKP.

SKP

Jméno

SKP — Unconditional Skip

Přehled

SKP

L
-

Popis

Instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

```
PC + 1 ⟶ PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
SKP	111 100 001 000	7410

Odkazy

Podobné instrukce: SNL.

SMA

Jméno

`SMA` — Skip on Minus Accumulator

Přehled

SMA

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru AC záporná (t.j. nejvyšší bit AC_0 je 1), tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If AC_0=1 then PC + 1 ⟶ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SMA	111 101 000 000	7500

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SMP, SNA, SNL, SPL, SRQ.

SMP

Jméno

`SMP` — Skip on No Memory Parity Error

Přehled

SMP

L
-

Popis

Má li příznak chyby parity paměti hodnotu 0, t.j. nenastala-li žádná chyba parity paměti, je následující instrukce přeskočena.

```
If Memory Parity Error Flag = 0 then PC+1 ⟶ PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
SMP	`110 001 000 001`	`6101`

Odkazy

Podobné instrukce: CMP.

SNA

Jméno

`SNA` — Skip on Non-Zero Accumulator

Přehled

SNA

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru `AC` různá od 0, tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If AC$\neq$0 then PC + 1 $\longrightarrow$ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SNA	`111 100 101 000`	`7450`

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SNL.

SNL

Jméno

`SNL` — Skip on Non-Zero Link

Přehled

SNL

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru L 1, tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If L=1 then PC + 1 ⟶ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SNL	`111 100 010 000`	`7420`

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SNA.

SPA

Jméno

`SPA` — Skip on Positive Accumulator

Přehled

`SPA`

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru AC kladná (t.j. nejvyšší bit AC_0 je 0), tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If AC_0=0 then PC + 1 ⟶ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SPA	111 101 001 000	7510

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SMA, SNL.

SPL

Jméno

`SPL` — Skip On Power Low

Přehled

`SPL`

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
SPL	110 001 000 010	6102

Ukázky

```
0000                    /STORAGE FOR PC AFTER PROGRAM INTERRUPT
0001    JMP FLAGS       /INSTRUCTION EXECUTED AFTER PROGRAM INTERRUPT
FLAGS,  SPL             /SKIP IF POWER LOF FLAG = 1
        JMP OTHER       /INTERRUPT NOT CAUSED BY POWER LOW, CHECK OTHER FLAGS
        DCA AC          /INTERRUPT WAS CAUSED BY POWER LOW, SAVE AC
        RAR             /GET LINK
        DCA LINK        /SAVE LINK
```

```
        MQA             /GET MQ
        DCA MQ          /SAVE MQ
        TAD 0000        /GET PC
        DCA PC          /SAVE PC
        TAD RESTART     /GET RESTART INSTRUCTION
        DCA 0000        /DEPOSIT RESTART INSTRUCTION IN 0000
        HLT
RESTART, JMP ABCD       /ABCD IS LOCATION OF RESTART ROUTINE

0000    JMP ABCD
ABCD,   TAD MQ          /GET MQ
        MQL             /RESTORE MQ
        TAD LINK        /GET LINK
        CLL RAL         /RESTORE LINK
        TAD AC          /RESTORE AC
        ION             /TURN ON INTERRUPT
        JMP I PC        /RETURN TO INTERRUPTED PROGRAM
```

Odkazy

Podobné instrukce: HLT, SKP.

SRQ

Jméno

`SRQ` — Skip on Interrupt Request

PDP-8/E

Přehled

`SRQ`

L
-

Popis

Je-li žádost o přerušení je přeskočena následující instrukce.

```
If Interrupt then PC+1 ⟶ PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
SRQ	`110 000 000 011`	`6003`

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v PDP-8/E.

Odkazy

Podobné instrukce: IOF, ION, SKON.

STA

Jméno

`STA` — Set Accumulator

Přehled

`STA`

L
-

Popis

Instrukce STA nastaví všechny bity střadače na 1. Je to to samé jako říct že instrukce STA nahraje do střadače hodnotu 7777_{OCT}.

Instrukce je kombinací instrukcí CLA a CMA.

$1 \longrightarrow AC_j \equiv 7777 \longrightarrow AC$

mnemo	kód	
	binary	octal
STA	`111 010 100 000`	`7240`

Odkazy

Podobné instrukce: CLA, CMA.

STL

Jméno

`STL` — Set Link

Přehled

`STL`

`1 ⟶ L`

Instrukce STL je kombinací instrukcí CLL a CML.

L
*

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
STL	`111 001 010 000`	`7120`

Odkazy

Podobné instrukce: CLL, CML.

SWP

Jméno

`SWP` — Swap MQ and AC

PDP-8/E

Přehled

`SWP`

L
-

Popis

Jsou prohozeny obsahy registrů `MQ` a `AC`. Instrukce je kombinací instrukcí MQA a MQL.

AC ⟷ MQ

mnemo	kód	
	binary	octal
SWP	`111 101 010 001`	`7521`

Poznámka: Tato instrukce byla implementována až v KE8-I, ale poprvé dokumentována v PDP-8/E.

Odkazy

Podobné instrukce: MQA, MQL.

SZA

Jméno

`SZA` — Skip on Zero Accumulator

Přehled

SZA

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru AC nulová, tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If AC=0 then PC + 1 $\longrightarrow$ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SZA	`111 100 100 000`	`7440`

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SNA, SZL.

SZL

Jméno

`SZL` — Skip on Zero Link

Přehled

SZL

L
-

Popis

Pokud je hodnota registru `L` = 0, tak instrukce přeskočí následující instrukci. Vykonáván programu pokračuje až další instrukcí za instrukcí následující.

If L=0 then PC + 1 ⟶ PC

mnemo	kód	
	binary	octal
SZL	`111 100 011 000`	`7430`

Odkazy

Podobné instrukce: SKP, SZA.

TAD

Jméno

`TAD` — Two's Complement Add

Přehled

`TAD op`

`TAD I op`

L
*

Popis

Obsah paměti určené operandem je přičtěn ke střadači a výsledek je uložen do střadače.

`AC + operand ⟶ AC`

mnemo	kód	
	binary	octal
TAD y	`001 iza aaa aaa`	`1000`
TAD y	`001 0za aaa aaa`	`1000`
TAD I y	`001 1za aaa aaa`	`1400`

Odkazy

Podobné instrukce: AND, DCA, ISZ.

TCF

Jméno

`TCF` — Clear Teleprinter Flag

Přehled

`TCF`

L
-

Popis

Příznak teleprinter je vymazán.

`0 ⟶ Teleprinter Flag`

mnemo	kód	
	binary	octal
TCF	`111 000 100 010`	`7042`

Odkazy

Podobné instrukce: TLF, TLS, TPC, TSF, TSK.

TLF

Jméno

`TLF` — Set the printer/punch flag

Přehled

TLF

L
-

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
TLF	`111 000 100 000`	`7040`

Odkazy

Podobné instrukce: TCF, TLS, TPC, TSF, TSK.

TLS

Jméno

`TLS` — Load Teleprinter Sequence

Přehled

TLS

L
-

Popis

Je vymazán příznak Teleprinteru a do `TT0` nahrán znak z `AC`. Tento znak je pak vytištěn na terminálu.

$0 \longrightarrow$ Teleprinter Flag
$AC_{4...11} \longrightarrow TT0$

mnemo	kód	
	binary	octal
TLS	111 000 100 110	7046

Ukázky

```
                / File: db/pdp8.code/tls-example.pal  -*- mode:asm; -*-

         0400           *0400
   00400 6041  WAIT,    TSF             / SKIP WHEN FREE TO PRINT
   00401 5200           JMP WAIT        / REPEAT OTHERWISE
   00402 6046           TLS             / LOAD TTO, PRINT OR PUNCH
   00403 7402           HLT
                        $

   No detected errors
```

Odkazy

Podobné instrukce: TCF, TLF, TPC, TSF, TSK.

TPC

Jméno

`TPC` — Load Teleprinter and Print

Přehled

TPC

L
-

Popis

Do registru TTO je uložen obsah spodních 8-mi bitů AC. Tento znak je pak vytištěn na terminálu.

$AC_{4\ldots11} \longrightarrow TTO$

mnemo	kód	
	binary	octal
TPC	`111 000 100 100`	`7044`

Odkazy

Podobné instrukce: TCF, TLF, TLS, TSF, TSK.

TSF

Jméno

`TSF` — Skip on Teleprinter Flag

Přehled

`TSF`

L
-

Popis

Je zkoumán příznak teleprinter. Má-li hodnotu 1, je přeskočena následující instrukce.

```
If Teleprinter Flag = 1 then PC+1⟶PC
```

mnemo	kód	
	binary	octal
TSF	`111 000 100 001`	`7041`

Odkazy

Podobné instrukce: TCF, TLF, TLS, TPC, TSK.

TSK

Jméno

`TSK` — Skip the next instruction if printer/punch interrupt or keyboard/reader interrupt is set

Přehled

TSK

L
-

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
TSK	`111 000 100 101`	`7045`

Odkazy

Podobné instrukce: TCF, TLF, TLS, TPC, TSF.

WSR

Jméno

`WSR` — Write to Switch Register

HD-6120

Přehled

WSR

L
.

Popis

Obsah střadače `AC` je nahrán do `SR`, poté je střadač vymazán.

AC ⟶ SR
0 ⟶ AC

mnemo	kód	
	binary	octal
WSR	`110 010 100 110`	`6246`

Poznámka: Tato instrukce je implementována v mikroprocesoru HD-6120.

Odkazy

Podobné instrukce: OSR.

- HD6120 Specifications, strana 4-16

63.3. Základní a rozšířené periferie

Minipočítač PDP-8 lze vybavit dalšími moduly z velikého výběru. V této části některé z nich popíši.

63.3.1. Klávesnice a tiskárna konzoly (03, 04)

*

Obrázek 63-15. Keyboard/Reader Instruction Format

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   0 | 0   0   0   0   1   1 |           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
                                      ^   ^   ^-- KSF
                                      |   +------ KCC
                                      +---------- KRS
                                      0   0   0   KCF
                                      1   0   1   KIE
                                      1   1   0   KRB
```

Tabulka 63-14. Příkazy pro práci s konzolou

mnemo	oktalově	binárně	popis
KCF	6030	110 000 011 000	Keyboard Clear Flags
KSF	6031	110 000 011 001	Skip on Keaboard Flag
KCC	6032	110 000 011 010	Clear Keyboard Flag
KRS	6034	110 000 011 100	Read Keyboard Buffer Static
KRB	6036	110 000 011 110	Read Keyboard Buffer Dynamic
TLF	7040	111 000 100 000	Set the printer/punch Flag
TSF	7041	111 000 100 001	Skip on Teleprinter Flag
TCF	7042	111 000 100 010	Clear Teleprinter Flag
TPC	7044	111 000 100 100	Load Teleprinter and Print
TSK	7045	111 000 100 101	Skip if reader or printer interrupt Flag
TLS	7046	111 000 100 110	Load Teleprinter Sequence

Příklad 63-2. Čtení jednoho znaku z konzoly

```
              / File: db/pdp8.code/keybinput.pal -*- mode:asm; -*-

        0200  *200
  00200 6032  INPUT,  KCC             /CLEAR KEYBOARD FLAG
  00201 4204          JMS LISN        /ENTER SUBROUTINE
  00202 3211          DCA STORE       /STORE ASCII CHARACTER
  00203 7402          HLT

  00204 0000  LISN,   0               /LISN SUBROUTINE
  00205 6031          KSF             /KEYBOARD FLAG RAISED YET?
  00206 5205          JMP .-1         /NO: CHECK AGAIN
  00207 6036          KRB             /YES: READ THE CHARACTER
  00210 5604          JMP I LISN      /RETURN TO MAINLINE

  00211 0000  STORE,  0
              $

  No detected errors
```

Obrázek 63-16. Printer/Punch Instruction Format

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   0 | 0   0   0   1   0   0 |           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
                                      ^   ^   ^-- TSF
                                      |   +------ TCF
                                      +---------- TPC
                                      0   0   0   TLF
                                      1   0   1   TSK
                                      1   1   0   TLS
```

Příklad 63-3. Vytištění jednoho znaku na konzoli

```
                / File: db/pdp8.code/printoutput.pal -*- mode:asm; -*-

           0200 *200
     00200 7300 OUTPUT, CLA CLL         /CLEAR ACCUMULATOR AND LINK
     00201 6046         TLS             /RAISE PRINTER FLAG
     00202 1213         TAD HOLD        /GET THE CHARACTER
     00203 4205         JMS TYPE        /ENTER SUBROUTINE
     00204 7402         HLT


     00205 0000 TYPE,   0               /TYPE SUBROUTINE
     00206 6041         TSF             /PRINTER FALG RAISED YET?
     00207 5206         JMP .-1         /NO: CHECK AGAIN
     00210 6046         TLS             /YES: PRINT THE CHARACTER
     00211 7300         CLA CLL         /CLEAR ACCUMULATOR AND LINK
     00212 5605         JMP I TYPE      /RETURN TO MAINLINE

     00213 0243 HOLD,   243             /STORED ASCII CHARACTER
                $

   No detected errors
```

63.3.2. DC02-F 8-Channel Multiple Teletype Control

*

O tomto zařízení jsem zatím nenašel žádnou jinou zmínku než jeho název a seznam instrukcí v knize [1] na straně D-12.

Tabulka 63-15. Instrukce DC02-F

mnemo	oktalově	binárně	popis
MTPF	6113	110 001 001 011	Read Transmitter Flag
MINT	6115	110 001 001 101	Set Interrupt Flip-Flop
MTON	6117	110 001 001 111	Select Specified Station
MTKF	6123	110 001 010 011	Read Receiver Flag Status
MINS	6125	110 001 010 101	Skip on Interrupt Request
MTRS	6127	110 001 010 111	Read Station Status
MKSF	6111	110 001 001 001	Skip on Key Board Flag
MKCC	6112	110 001 001 010	Clear Receive Flag
MKRS	6114	110 001 001 100	Receive Operation
	6116	110 001 001 110	Combined MKRS and MKCC
MTSF	6121	110 001 010 001	Skip on Transmitter Flag
MTCF	6122	110 001 010 010	Clear Transmitter Flag
MTPC	6124	110 001 010 100	Transmit Operation
	6126	110 001 010 110	Combined MTCF and MTPC

63.3.3. FFP-12 Floating Point Processor

Tento modul obsahuje samostatný procesor pro výpočty v plovoucí řádové čárce.

Data jsou ukládána ve vlastním 36-ti bitovém formátu s plovoucí řádovou čárkou. Jedno číslo je tedy reprezentováno třemi po sobě jdoucími slovy. První slovo obsahuje exponent a jeho znaménko. Druhé slovo obsahuje významější část mantisy a jeji znaménko. Třetí slovo obsahuje 12 nejméně významných bitů mantisy. Pro vlastní výpočty je mantisa reprezentována jako 28 bitové slovo. Při ukládání do paměti se normalizuje na 24 bitů.

Obrázek 63-17. Formát dat FFP-12

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| S |              E X P O N E N T              |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| S |              MSW OF MANTISSA              |
+---.---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
    ^BINARY POINT

  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                LSW OF MANTISSA                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Modul umožňuje také pracovat s čísly v pevné řádové čárce.

Obrázek 63-18. Formát Double Precision FFP-12

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| S |                                           |
+---.---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
    ^BINARY POINT

 12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                               |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 63-16. FFP-12 Active Parameter Table Format

P	Filed Bits of Operand Address	Field Bits of Base Reg.	Field Bits of Index Register Location	Field Bits of FPC
P+1	Lower 12 bits of FPC			
P+2	Lower 12 bits of index register location			
P+3	Lower 12 bits od Base Reg			
P+4	Lower 12 bits of operand address			
P+5	Exponent of FAC			
P+6	MSW of FAC			
P+7	LSW of FAC			

NOTE: APT address points to location P.

Tabulka 63-17. IOT instrukce pro FPP-12

název	kód$_{OCT}$	popis
FPINT	6551	Skip on FPP "interrupt request" flag.
FPHLT	6554	Halt the processor at the end of the current instruction. Store active registers in core, set a status register bit, and the "interrupt request" flag.
FPCOM	6553	If the FPP is not running and the FPP "interrupt request flag" has been reset, set the command register to the contents of the AC. The three least significant bits of the AC set the field bits of the "Active Parameter Table" address. If the FPP is running or the interrupt request flag is set, the instruction is ignored.
FPICL	6552	Clear the FPP "interrupt request" flag.
FPST	6555	If the FPP is not running and the FPP "interrupt request flag" is reset, set the location of the "Active Parameter Table" to the contents of the AC, initiate the FPP and skip the next instruction. If the FPP is not running or the FPP "interrupt request flag" has not been reset, the instruction is ignored.
FPRST	6556	Read the FPP status register into the AC.
FPIST	6557	Skip on FPP "interrupt request" flag. If the skip is granted, clear the flag and read the FPP status request into the AC.

63.3.3.1. Instrukce FPP-12

Jak již bylo zmíněno, FPP-12 je zcela samostatný procesor která má také vlastní sadu instrukcí.

Obrázek 63-19. FPP-12 Double word direct addressing

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  OP CODE  | 1 | 0 | + |     X     |  ADDRESS  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

 12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|              A  D  D  R  E  S  S              |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 63-20. FPP-12 Single-Word Addressing Format

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  OP CODE  | 0 | 1 |      O  F  F  S  E  T     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 63-18. Instruction Set

kód	název	popis
0	FLDA	Load the FAC from the effective address.
1	FADD	Add the operand to the contents of FAC and store the result in the FAC.

kód	název	popis
5	FADDM	Add the operand to the contents of the FAC and store the results in the operand.
2	FSUB	Subtract the operand from the contents of the FAC and store the result in the FAC.
3	FDIV	Divide the operand into the contents of the FAC and store the results in the FAC.
4	FMUL	Multiply the contents of the FAC by the operand and store the result in the FAC.
7	FMULM	Multiply the contents of the FAC by the operand and store the result in memory.
6	FSTA	Replace the operand with the contents of the FAC.

63.3.4. RK8 (*Cartridge Disk System*)

* ***Attributy:*** *id="pdp8.RK8"*

Odkazy:

- PDP-8/a Minicomputer Handbook 1976-77, strana 9-116
-

Zařízení má obvyklé číslo 74, instrukce pro práci s ním mají tedy oktalový tvar `674x`, kde x je funkce kterou se zařízením chceme provádět.

Zařízení RK8J-E sestává z řadiče RK8-E a z jednoho periferního zařízení RK05-J DECpack. Řadičk RK8-E může obsluhovat až 4 jednotky RK05-J. V minipočítači mohou být dva řadiče RK8-E a tedy lze celkově obsluhovat 8 diskových jendotek.

Disk má 406 stop, a na stopě je 12 neb 16 sektorů. Jednotka RK05F má 812 stop. Rychlost otáčení disků ve všech zařízeních je 1500 rpm. Pro záznam je použita metoda NRZ. V zařízení RK05J může být uloženo 25 miliónů bitů a v zařízení RK05F dvojnásobek, tedy 50 miliónů bitů.

Řadič RK8-E má celkem čtyři 12-ti bitové registry:

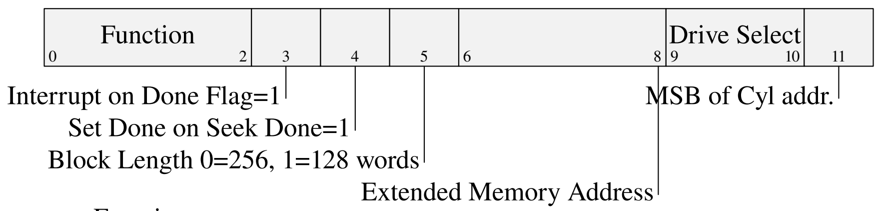
- Command Register
- Current Address Register
- Disk Address Register
- Status Register

Tabulka 63-19. Instrukce pro práci s RK8

mnemo	oktalově	binárně	popis
`DSKP`	6741	110 111 100 001	Disk Skip on Flag
`DCLR`	6742	110 111 100 010	Disk Clear
`DLAG`	6743	110 111 100 011	Load Address and Go
`DLCA`	6744	110 111 100 100	Load Current Address
`DRST`	6745	110 111 100 101	Read Status
`DLDC`	6746	110 111 100 110	Load Command
`DMAN`	6747	110 111 100 111	Maintenance Instruction

Obrázek 63-21. Příkazový registr RK8 (instrukce 6746)

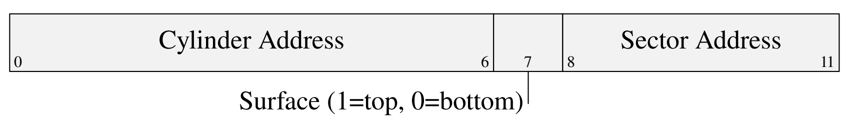
Command Register (DLDC) **RK8**.



	Function
000	Read Data
001	Read All
010	Set Write Protect
011	Seek Only
100	Write Data
101	Write All
110	*unused*
111	*unused*

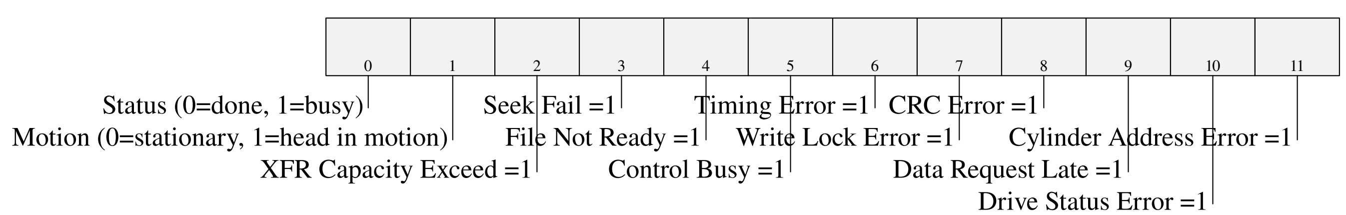
Obrázek 63-22. Adresový registr RK8 (instrukce 6743)

RK8-E Address Register (DLAG)



Obrázek 63-23. Stavový registr RK8 (instrukce 6745)

RK8-E Status Register (DRST)



63.4. Varianty a rozšíření minipočítače

63.4.1. PDP-8/A, KM8-A/KM8-E

63.4.1.1. Rozšíření paměti

Tato varianta minipočítače dokáže adresovat až 128k slov operační paměti.

Tabulka 63-20. KT8-A Compatible Instructions

kód	mnemonic	popis
62N1	CDF	Change Data Field.
62N2	CIF	Change Instruction Field Buffer
62N3	CDF CIF	Kombinace abou instrukcí CDF a CIF.
6004	GTF	Get Flags. Nahraje obsa save field register a CPU status bits do AC.
6005	RTF	ResTore Flags
6204	CINT	Clear user INTerrupt flag
6214	RDF	
6224	RIF	
6234	RIB	Read Interrupt Buffer
6244	RMF	Read Memory Field
6254	SINT	Skip if user INTerrupt flag is set
6264	CUF	Clear User mode flip-flop and buffer
6274	SUF	

Tabulka 63-21. KT8-A Expanded instructions

kód	mnemonic	popis
6 01x nnn y01	CDF	
6 01x nnn y10	CIF	
6 01x nnn y11	CDF CIF	
6170	LBM	
6171	RBM	
6172	RLB	
6173	RMR	
6174	MBC	
6175	RACA	
6176	RACB	
6177	RACC	
6204	CINT	
6210	GTS	
6214	RDF	
6220	RTS	
6224	RIF	
6230	RXM	
6234	RIB	
6240	LRR	
6244	RMF	

kód	mnemonic	popis
6250	RRR	
6254	SINT	
6260	LUSR	
6264	CUF	
6270	RUSR	
6274	SUF	
6101	SBE	
6102	SPL	
6103	CAL	

63.5. Programové vybavení

Odkazy:

- THIRD[21]
-
-
-

Operační systémy:

- OS/8
- RTS/8 — Real-Time Operating System
- TSS/8 — Time-Sharing System — multiuživatelský systém pro 16 uživatelů (v některých aplikacích pro 24)
-

63.5.1. OS/8

*

63.5.1.1. RX02 Bootstrap

1. Press in order the MD and DISP buttons to display memory data in the octal readout.
2. Press in order 0 and LXA to select memory field 0.
3. Press in order 20 and LA to start loading instructions at location 20.
4. Deposit the following octal values, termination each value with D NEXT.

```
             / File db/pdp8.code/rx02boot.pal -*- mode:asm; -*-
       7301  AC1=CLL CLA IAC
       7326  AC2=CLL CLA CML RTL
       7327  AC6=CLL CLA CML IAC RTL         /RX02'S MUST RUN ON AN OMNI-BUS !!
       7330  AC4000=CLL CLA CML RAR
       7350  AC3777=CLL CLA CMA RAR
       7346  AC7775=CLL CLA CMA RTL
             /
             /  DEVICE IOT SYMBOLIC EQUATES
             /
       6751  LCD=6751                /LOAD COMMAND
       6752  XDR=6752                /TRANSFER DATA
       6753  STR=6753                /SKIP IF READY TO TRANSFER
       6754  SER=6754                /SKIP ON ERROR
       6755  SDN=6755                /SKIP ON DONE
             /
             /
             /
       0020          *20
             /
00020 1061  READ,   TAD     UNIT    /TRY NEXT COMBINATION OF DENSITY AND UNIT
00021 1046          TAD     CON360  /ADDING IN 360
00022 0060          AND     CON420  /KEEPING ONLY 420 BITS
00023 3061          DCA     UNIT    /CYCLES 400, 420, 0, 20, 400,,,,,,
00024 7327          AC6             /COMMAND TO READ DISK
00025 1061          TAD     UNIT    /UNIT AND DENSITY
00026 6751          LCD             /COMMAND TO CONTROLLER
00027 7301          AC1             /TO SET SECTOR AND TRACK TO 1
00030 4053          JMS     LOAD    /SECTOR TO CONTROLLER, LEAVES AC ALONE
00031 4053          JMS     LOAD    /AND TRACK
00032 7004  LITRAL, 7004            /LEAVING A 2 IN AC; SERVERS AS LITERAL
             /
             /  FOLLOWING IS PART OF WAIT LOOP, SAME SECONDARY BOOTS, OLD PRIMARY BOOT
             /
00033 6755  START,  SDN             /HAS DONE COME UP; CODE STARTS HERE!
00034 5054          JMP     LOAD+1  /NO, GO CHECK FOR READY TO TRANSFER
             /
             /  NOW, DONE OR ERROR
             /
00035 6754          SER             /SKIP ON AN ERROR, TRY ANOTHER DENSITY ETC.
00036 7450          SNA             /NASTY, AC=2 FOR ABOUT TO DO SILO, 0 ON START-UP
00037 5020          JMP     READ    /START-UP, GO SET UP UNIT, THEN READ TO SILO
00040 1061          TAD     UNIT    /AC ALREADY 2, PUT IN UNIT, DENSITY
00041 6751          LCD             /TO EMPTY THE SILO
00042 1061          TAD     UNIT    /SET UP LOC 60 FOR OLD SECONDARY BOOT
00043 0046          AND     CON360  /KEEPING ONLY DENSITY BIT
00044 1032          TAD     LITRAL  /ADDING IN 7004, BECAUSE THAT'S WHAT SYS WANTS
00045 3060          DCA     RX1SAV  /OLD SECONDATY BOOT MOVES IT TO HANDLER
00046 0360  CON360, 360             /LITERAL; EXECUTES IN LINE AD A NO-OP
             /                      /FALLS THRU TO NEXT PAGE OF LISTING
             /
             /  FOLLOWING CODE SAME AS OLD PRIMARY BOOT
00047 4053          JMS     LOAD    /GRAB NEXT ITEM FROM SILO
00050 3002          DCA     2       /TRADITION; SECONDARY BOOT STARTS LOADING AT 2
00051 2050          ISZ     50      /INCREMENT LOAD ADDRESS
00052 5047          JMP     47      /GO BACK FOR ANOTHER
```

```
/                                                          PALBART  V2.3a      Page 1

               /
               /  SECONDARY BOOT LOADS OVER PRIMARY BOOT UNIT LOCATION 47 IS LOADED,
               /  THEN CONTROL PASSES TO SECONDARY BOOT
               /
   00053 0000  LOAD,   0                /SUBROUTINE TO GIVE AND TAKE DATA FROM CONTROLLER
   00054 6753          STR              /IS HE READY TO TALK TO US?
   00055 5033          JMP     START    /NO, IS HE PERHAPS DONE WITH SILO, OR IN ERROR?
   00056 6752          XDR              /YES, DATA IN OR OUT;IF DATA TO CONTROLLER AC UNCHANGED
   00057 5453          JMP I   LOAD     /NO MAGIC, JUST EXIT FROM SUBROUTINE
               /
               /  60 GOES TO OLD SECONDARY BOOT
               /  61 HAS DENSITY AND UNIT THAT BOOTED SUCCESSFULLY
               /
               CON420,                  /USE IT TO HOLD 420 LITERAL TO START OUT
   00060 0420  RX1SAV, 420              /UNIT^20+7004 TO GO TO SYS HANDLER
   00061 0020  UNIT,   20               /<DENSITY^400>+<UNIT^20> THAT BOOTED OK
                       $
   No detected errors
```

5. After you have deposited all the values, press 0033 and LA to start the program at location 33.
6. To start the bootstrap program, press INIT and RUN.
7.

63.5.2. TSS/8

* ***Attributy:*** *id="pdp8.TSS/8"*

Odkazy:

- TSS-8[22] na Wikipedii
- TSS8_8.24_ManagersGuide.pdf[23]
-
-
-

Poznámky k TSS/8

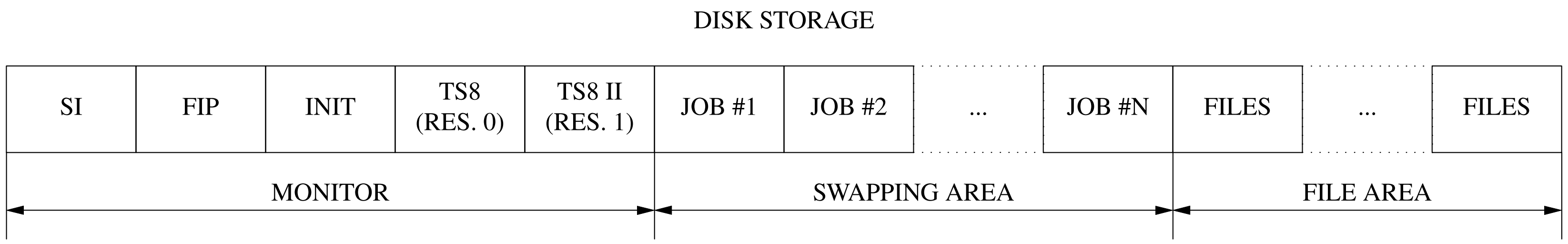
Paměť je přidělována jednotlivým procesům po celých 4KW stránkách. První dvě stránky paměti zujímají samotné procesy Monitoru.

Obrázek 63-24. Mapa operační paměti

CORE MEMORY

MONITOR 4K	MONITOR 4K	SI FIP USER PROGRAM 4K	USER PROGRAM 4K	USER PROGRAM 4K	...	USER PROGRAM 4K

Obrázek 63-25. Mapa operační disku



- EduSystem 50
- EduSystem 30

Z pohledu uživatele má každý uživatel k dispozici terminál a PDP-8 s 4KW operační paměti.

Protože nemusíme mít v reálném systému dostatek operační paměti pro všechny současně připojené uživatele, provádí TSS/8 odkládání. Pro každého uživatele je na disku 4K slov odkládací paměti kam se jeho operační paměť odloží když je potřeba vykonat proces jiného uživatele.

Hardware základního počítače je upraven. Je do něj přidáno rozlišení mezi uživatelským a systémovým režimem. V systémovém režimu neplatí žádná omezení. V uživatelském režimu jsou tato omezení:

- čtění pomocí OSR není dovoleno, způsobí přerušení
- zastavení procesoru instrukcí HLT není dovoleno, způsobí přerušení
- vykonání jakékoliv IOT instrukce způsobí přerušení

Protože vykonání IOT instrukce způsobí v uživatelském režimu přerušení, může TSS/8 zajistit sdílení aktuálního hardware. Nejen to, umožňuje simulovat virtuální hrdware který není ke skutečnému počítači připojen. Služby systému TSS/8 jsou přístupny přes "virtuální" IOT instrukce.

Přesný název módů procesoru je *executive mode* a *user mode*.

> **Poznámka:** Mikrokódované instrukce OPR2 s HLT a OSR proběhnou celé normálně s výjimkou HLT a OSR a teprve poté je vyvoláno přerušení.

Každý uživatel má přiřazeno identifikační číslo, podle kterého jej systém rozpozná a sleduje. Toto číslo se používá k přihlašování (LOGIN).

Minimální konfigurace pro běh EduSystem 50

- PDP-8, 8I nebo 8E s nejméně 12KW paměti.
- RF08 alespoň s jedním RS08, může být použit DF32 s dvěma disky
- Připojení terminálových linek pomocí jednoho nebo více adaptérů KL8E, PT08 nebo DC08A
- všechny konfigurace vyjma PDP-8I s DC08A potřebují zdroj "real-time clock"

Další, podporovaný, hardware

- až 32KW paměti
- DC08A smí být použit jen na PDP-8I a jen jako přídavek k PT08
- 689AG modemový řadič použitý jen s DC08A

- jsou podporována všechna standardní EAE rozšíření s výjimkou tradičního PDP-8 "step counter" který není uchovávan ani obnovován
- vysokorychlostní čtečka děrné pásky, je vyžadována v případě sestavování TSS/8. může být užita i pomalá (standardní) čtečka ale sestavení pak trvá dlouho
- vysokorychlostní děrovačka děrné pásky
- řádková tiskárna LP08/LE8 nebo LS08/LS8E
- páskové jednotky TC01 nebo TC08, může být připojeno až 8 páskových mechanik
- až čtyři disky RS08
- čtěčka děrných štítků
- až čtyři jednotky RK8E

Software sestává z několika programů. Ve zkratce to jsou:

- INIT — inicializační program
- SI — System Interpreter
- FIP — File Phantom
- TS8 a TS8II — dvě sekce monitoru které jsou vždy v paměti v polích 0 a 1
-

Diskový prostor je dělen na "stopy" (*tracks*) o pevné velikosti 4KW. Segment je definován jako dvě stránky operační paměti, tedy 256 slov (400 oktalově). Velikosti všech souborů jsou měřeny v segmentech.

Zavádění a inicializace:

1. zapněte počítač (POWER ON)
2. zapněte terminál operátora (ON)
3. zapněte vysokorychlostní čtěčku děrné pásky
4. zastavte počítač přepínačem HALT
5. přes pření panel zaveďte do počítače RIM zavaděč pro vysokorychlostní čtečku děrné pásky
6. odstartujte RIM
7. Po úspěšném zavedení INIT z děrné pásky se objeví výzva

   ```
   LOAD, DUMP, START, ETC?
   ```

8. ⋮

Jak jsem již zmínil, uživatelé jsou označeni čísly. Důležití uživatelé mají tato čísla:

Tabulka 63-22. Důležití/systémoví uživatelé TSS/8

číslo	název
1	SYSTEM
2	LIBRARY
3	OPERATOR

Noví uživatelé moho být vytvářeni jen uživatelem 1 (SYSTEM). Každý uživatel má přidělena dvě čísla, číslo projektu a číslo programátora. Přioktalovém zápisu první dvě číslice (6 bitů) jsou číslo projektu, druhé dvě číslice pak číslo programátora.

Založení nového účtu

1. Nejdříve se přihlásíme jako uživatel 1 (SYSTEM) jenž má v naší ukázce heslo SYST.

```
. LOGIN 1 SYST
```

2. Spustíme program pro správu účtů LOGID.

```
. R LOGID
```

3.

```
PLEASE ENTER DISK QUOTA: 200
*
```

63.5.2.1. Programy a nástroje TSS/8

*

Programy a nástroje ve zkratce

CAT

```
R CAT
R CAT:R     !!!
R CAT:L
```

LOADER

Nahrává soubory ve formátu BIN z disku do paměti. Když se ptá, zadáme mu seznam souborů oddělených čárkami. Volba (*option*) `:D` aktivuje ladění pomocí ODT. Pozor na adresy, LOADER nenahraje korektně odaresy 7767 až 7777. Je li použit ODT musí se pro něj vyhradit adresy 4 a 7000 až 7777.

LOGID

Systémový manažer (účet 1) může pomocí tohoto programu pracovat s účty uživatelů.

LOGOUT

PIP

Peripheral Interchange Program.

Program přenáší soubory mezi médii. Použijte místo něj novější program PUTR.

SYSTAT

Program vypisuje stav systému.

PUTR

Program určený pro přenos souborů mezi zařízeními.

PTLOAD

TSS/8 verze binárního zavaděče.

GRIPE

Program umožuje každému uživateli zanechat vzkaz pro systémového operátora.

BASIC

FOCAL

63.5.2.2. Monitor a jeho příkazy

*

Na jednom řádku může být více příkazů oddělených znakem ';'.

R

Spuštění programu

EXAMI adresa počet-slov
EXAM
EXA

DEPOSIT adresa hodnota

START adresa

63.6. Datové formáty

*

63.6.1. Formáty děrné pásky

*

Data na děrnou pásku jsou ukládána ve fromátu pro zavaděče RIM a SS BIN. Formát pásky je následující:

1. Informace na pásce začínají a končí kódem 200_{OCT}.

2. Jako první je uložen samospustitelný binární zavaděč jenž je kódován v RIM.
3. Checksum of SS BIN or two frames of leader/trailer.
4. Leader/trailer or blank tape.
5. Program to be loaded, beginning with an origin setting. If it is to be loaded into a field other than the field of the loaders, it must also begin with a field setting.
6. An origin setting at the end of the program, if it is to be started by SS BIN.
7. Checksum of the program portion of the tape.
8. Leader/trailer.

Obrázek 63-26. Příklad

```
děrná páska     význam          poznámka
87 654 321

10 000 000      loader/trailer

11 011 000      field setting   Bity 4,5 a 6 obsahují číslo pole,
                                v tomto případě 3.

01 000 010      origin setting
00 011 100

00 111 110      data word
00 101 100
```

63.6.2. RIM

* ***Attributy:*** *id="pdp8.rim"*

Odkazy:

- DEC-08-PMP0-D Readin Mode[24]
- DEC-08-LRAA-D Read In Mode Loader[25]
-

63.6.3. BIN

* ***Attributy:*** *id="pdp8.bin"*

Odkazy:

- DEC-08-LBAA-D Binary Loader[26]
-

```
00 000 000
...
00 000 000
10 000 000  Loader START
01 000 010  Origin 0200
00 000 000

00 111 010  Contents of 0200 is 7200
00 000 000
```

```
00 011 010  Contents of 0201 is 3276
00 111 110

00 111 100  Contents of 0201 is 7402
00 000 010
⋮
00 000 100  Checksum.  Program determines this is checksum because
00 010 010  trailer follows.

10 000 000  Trailer
```

63.7. Simulátory PDP-8

*

63.7.1. SIMH

* ***Attributy:*** *id="pdp8.simh"*

Odkazy:

- Emulating a DEC PDP-8 with SimH[27]
-

Seznam zařízení jenž jesou emulována.

```
sim> show dev
PDP-8 simulator configuration

CPU, idle disabled
TSC, disabled
CLK, 60Hz, devno=13
PTR, devno=01
PTP, devno=02
TTI, devno=03
TTO, devno=04
TTIX, devno=40-47
TTOX, 4 units
LPT, devno=66
RK, devno=74, 4 units
RL, disabled
RX, RX8E, devno=75, 2 units
DF, disabled
RF, devno=60-64
DT, devno=76-77, 8 units
TD, disabled
MT, devno=70-72, 8 units
CT, disabled
```

- CPU —
-
-
-

•

Tabulka 63-23. Simulovaný hardvare

název	popis
CPU	PDP-8/E CPU s 4-32KW paměti, KE8E (EAE), KM8E (správa paměti a sdílení času)
TSC	TSC8-75, sdílení času pro operační systém ETOS
PTR, PTP	PCE8E, čtečka a děrovačka děrné pásky
TTI, TT0	KL8E terminál
TTIX, TTOX	KL8JA, přidané terminály
LPT	LE8E, řádková tiskárna
CLK	DK8E, line frequency clock (PDP-8/A kompatibilní
RK	RK8E/RK05, řadič kazetových disků, až 4 disky
RF	RF08/RS08, řadič disku s pevnými hlavami, 1-4 disky
DF	DF32/DS32, řadič pevných disku s pevnými hlavami, 1-4 disky
RL	RL8A/RL01, řadič kazetových disků, až 4 disky
RX	RX8E/RX01, RX28/RX02, řadič disket, 2 mechaniky
DT	TC08/TU56 DECtape, řadič až 8 páskových jednotek
TD	TD8E/TU56 DECtape, řadič 2 páskových jednotek
MT	TM8E/TU10, řadič 8-mi páskových jednotek
CT	TA8E/TU60, řadič kazetopáskových jednotak, 2 kazetové mechaniky

Zařízení povolíme a zakážeme v konfiguraci počítače příkazy:

```
simh> SET dev ENABLED
simh> SET dev DISABLED
```

63.7.1.1. CPU

Tabulka 63-24. Nastavování procesoru

příkaz	popis
SET CPU EAE	povolení EAE
SET CPU NOEAE	zakázání EAE
SET CPU 4K	nastavení velikosti operační paměti na 4K slov
SET CPU nK	nastavení velikosti operační paměti na 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 a 32K slov
SET CPU [NO]IDLE	zapnutí [vypnutí] detekce čekajícího (idle) procesoru
SET CPU HISTORY	
SHOW CPU HISTORY	

63.7.1.2. Nastavení KL8E (TTI,TTO)

*

63.8. Technologie programování PDP-8

* ***Attributy:*** *id="pdp8.programming"*

63.8.1. Podprogramy

Strojový kód PDP-8 má k dispozici instrukci JMS pro volání podprogramu, ale nemá instrukci pro návrat. Instrukce JMS funguje tak, že návratovou adresu ukládá do prostoru rutiny která je volána. Návrat z rutiny lze uskutečnit pomocí instrukce skoku JMP.

```
        ...
        JMS ALFA
        ...

/ Podprogram (subroutine) ALFA
ALFA,   0000    / ⟵ zde se ukládá návratová adresa
        / ...  tělo podprogramu
        JMP I ALFA / návrat z podprogramu skokem na návratovou adresu
```

Příklad 63-4. Příklad podprogramu pro PDP-8

```
                  / File db/pdp8.code/subroutine.pal -*- mode:asm; -*-

       0400               *0400
 00400 7000       START,  NOP /...
 00401 4206               JMS ALFA
 00402 7000               NOP /...
 00403 4206               JMS ALFA
 00404 7000               NOP /...
 00405 7402               HLT

                  / Podprogram (subroutine) ALFS
 00406 0000       ALFA,   0000            / místo pro uložení návratové adresy
 00407 7000               NOP             /... kód podprogramu
 00410 5606               JMP I ALFA      / návrat skokem na uloženou návratovou adresu
                          $

 No detected errors
```

Tento způsob realizace podprogramů neumožňuje rekurzi. Pokud bychom rekurzi potřebovali, musíme si zásobník návratových adres sami vytvořit a udržovat.

63.8.2. Logické operace

Odkazy:

- Other Logical Operations[28]
- PDP-8 Instruction Set Musings[29]

Příklad 63-5. Logický součet (OR) pro PDP-8

```
        / AC ∨ M ⟶ AC
        / De Morgan Law
 / AC ∨ M ≡ ¬(¬AC ∧ ¬M)
        CMA             / ¬AC⟶AC
        DCA     TMP     / AC⟶TMP
        TAD     M       / (AC is zero from DCA) 0+M⟶AC
        CMA             / ¬AC⟶AC
        AND     TMP     / ¬M ∧ ¬TMP ⟶ AC
        CMA             / ¬(¬M ∧ ¬AC) ≡ M or AC ⟶ AC
```

Příklad 63-6. Exclusive OR pro PDP-8

```
        / a xor b = (a+b) - 2*(a and b)
        DCA     TMP
        TAD     TMP
        AND     M
        CMA IAC
        CLL RAL
        TAD     TMP
        TAD     M
```

Optimalizovaný kód pro výpočet XOR založený na vzorci:

A xor B = A + B - 2*(A and B)

Příklad 63-7. Exlusivní logický součet XOR, pro PDP-8

```
                  / File: db/pdp8.code/xor.pal  -*- mode:asm; -*-
                  / From: http://www.grc.com/pdp-8/isp-musings.htm

       0400          *0400

 00400 7200          CLA             / Load AC with ArgOne
 00401 1207          TAD ArgOne      /+
 00402 0210          AND ArgTwo      / Add ArgTwo. AC is ArgOne + ArgTwo
 00403 7104          CLL RAL
 00404 7041          CMA IAC
 00405 1207          TAD ArgOne
 00406 1210          TAD ArgTwo

 00407 0000   ArgOne, 0
 00410 0000   ArgTwo, 0
                     $

 No detected errors
```

63.8.3. Aritmetické operace

V základním repertoáru jsou poze sčítání a negace (-). Odčítání realizujeme kódem.

Příklad 63-8. Odčítání na PDP-8

```
DCA     TMP     / AC⟶M, 0⟶AC
TAD     M       / M⟶AC
CMA IAC         / -AC⟶AC
TAD     TMP     / AC = AC-M
```

63.8.4. Práce se zásobníkem

*

Odkazy:

- Software stack[30] na stránce PDP-8 na Wikipedii
-

Architektura PDP-8 nemá žádný hardwarový zásobník nebo instrukce které by při jeho realizaci v programu byly nápomocny. I přesto se ale v programu zásobník realizovat dá. Následující procedury realizují zásobníkové operace programově. V našem případě je zásobník oblast paměti od adresy 0377 směrem k nižším adresám. Zásobník tedy „roste“ směrem od vyšších k nižším adresám. Ukazatel zásobníku je v paměťové buňce označené `SP` a ukazuje vždy na poslední uloženou hodnotu. Proto se při inicializaci zásobníku nastavuje na adresu u jedničku vyšší než je paměť vyhražená pro zásobník.

Příklad 63-9. Operace se zásobníkem, PUSH a POP, pro PDP-8

```
             / File: db/pdp8.code/stack-push.pal -*- mode:asm; -*-
             / From: http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8#Software_stack
      0400           *400
00400 0000   PUSH,   0               / Value in AC
00401 3222           DCA DATA        / Temporary save value to push.
00402 7240           CLA CMA         / SP--
00403 1223           TAD SP          /+
00404 3223           DCA SP          /+
00405 1222           TAD DATA        / Load saved value to push
00406 3623           DCA I SP        / Store value to Mem[SP]
00407 5600           JMP I PUSH      /Return

00410 0000   POP,    0
00411 7300           CLA CLL         /
00412 1623           TAD I SP        / Load AC with Mem[SP]
00413 2223           ISZ SP          / SP++
00414 5610           JMP I POP       / Return, value in AC

             / Stack initialization procedure
00415 0000   STKINI, 0
00416 7300           CLA CLL         / SP=STKBOT
00417 1224           TAD STKBOT      /+
00420 3223           DCA SP          /+
00421 5615           JMP I STKINI    / Return

00422 0000   DATA,   0       / Temporary place for pushed value
00423 0000   SP,     0       / Stack pointer.  Must be initialized before using stack!
00424 0400   STKBOT, 400     / Bottom of the stack is 377.
             $

No detected errors
```

63.8.5. Jednostranně vázaný seznam (*linked list*)

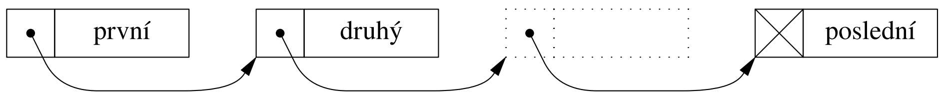
*

Odkazy:

- Linked List[31] na stránce PDP-8 na Wikipedii
-

* *Obrázek neodpovídá programu!*

Obrázek 63-27. Linked List



Příklad 63-10. Práce s jednostranně vázaným seznamem na PDP-8

```
                   / File: db/pdp8.code/linked-list.pal  -*- mode:asm; -*-
                   / From: http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8#Linked_list

         0400              *0400
   00400 0000  GETN,   0       /Gets the number pointed to and moves the pointer
   00401 7300          CLA CLL         / AC = Mem[PTR]
   00402 1610          TAD I PTR       /+
   00403 3211          DCA TEMP        / Save the AC temporarily
   00404 2210          ISZ PTR         / PTR++
   00405 1610          TAD I PTR
   00406 3210          DCA PTR
   00407 5600          JMP I GETN      /Return
   00410 0000  PTR,    0
   00411 0000  TEMP,   0
                       $

   No detected errors
```

Literatura

Knihy

[1intProg75] *introduction to programming*, Fifth Edition, April 1975, 1970, 1971, 1972, 1973, 1975.

Poznámky

1. http://www.cs.uiowa.edu/~jones/pdp8/
2. http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8
3. http://homepage.mac.com/dgcx/pdp8x/
4. http://web.archive.org/web/20021221184100/www.ulib.org/webRoot/Books/Saving_Bell_Books/SBN+Computer+Strucutres/contents.html
5. http://www.digibarn.com/collections/books/programming-languages-pdp8/index.html

6. http://www.faqs.org/faqs/dec-faq/pdp8/
7. http://www.faqs.org/faqs/dec-faq/pdp8/
8. http://www.faqs.org/faqs/dec-faq/pdp8/
9. http://ed-thelen.org/comp-hist/pdp-5.html
10. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp11/memos/690304_Proposed_PDP-11_Re-Organization.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
1. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/SmallComputerHandbook_1970.pdf
2. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/pdp8/handbooks/Small_Computer_Handbook_1973.pdf
21. http://anachronda.homeunix.com:8000/~rivie/third/
22. http://en.wikipedia.org/wiki/TSS-8
23.
24. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/www.computer.museum.uq.edu.au_mirror/DEC-08-PMP0-D_Readin_Mode_%5bRIM%5d_Punch.pdf
25. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/www.computer.museum.uq.edu.au_mirror/DEC-08-LRAA-D_Read_In_Mode_Loader.pdf
26. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/www.computer.museum.uq.edu.au_mirror/DEC-08-LBAA-D_Binary_Loader.pdf
27. http://techtinkering.com/articles/?id=27
28. http://www.cs.uiowa.edu/~jones/pdp8/man/mri.html#logic
29. http://www.grc.com/pdp-8/isp-musings.htm
30. http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8#Software_stack
31. http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8#Linked_list

Kapitola 64. VAX

*

64.1. Instrukční sada

64.1.1. Adresní módy

Tabulka 64-1.

číslo módu	název	zápis	popis
0-3	Literal	S^#literal	Dolní dva bity módu se přidají k zbývajícím 4 bitům a formují 6-ti bitový literál. operand=ZEXT(literal)
4	Index		OA=BOA+{size*(Rx)}; operand=(OA)
5	Register	Rn	
6	Register Deferred	(Rn)	
7	Autodecrement	-(Rn)	Rn⟵Rn-size;OA=Rn;operand=(OA)
8	Autoincrement		OA=Rn; Rn⟵Rn+size;operand=(OA)
9	Autoincrement Deferred	@(Rn)+	OA=(Rn); Rn⟵Rn+4;operand=(OA)
10	Displacement B	B^d(Rn)	OA=Rn+SEXT(displ); operand=(OA)
11	Displacement Deferred B	@B^d(Rn)	OA=Rn+SEXT(displ); operand=(OA)
12	Displacement W	W^D(Rn)	OA=(Rn+SEXT(displ)); operand=(OA)
13	Displacement Deferred W	@W^D(Rn)	OA=(Rn+SEXT(displ)); operand=(OA)
14	Displacement L	L^d(Rn)	OA=Rn+displ; operand=(OA)
15	Displacement Deferred L	@L^d(Rn)	OA=(Rn+displ); operand=(OA)

64.1.2. Instrukce

Následující tabulka je velmi stručným přehldem instrukcí.

Tabulka 64-2. Instrukce řazené podle operačního kódu

opcode	mnemonic	name
58	ADAWI	Add Aligned Word Interlocked
78	ASHL	Arithmetic Shift Long
79	ASHQ	Arithmetic Shift Quad
80	ADDB2	Add Byte 2 Operand
81	ADDB3	Add Byte 3 Operand
88	BISB2	Bit Set Byte 2 Operand
8A	BICB2	Bit Clear Byte
8B	BICB3	Bit Clear Byte
A0	ADDW2	Add Word 2 Operand
A1	ADDW3	Add Word 3 Operand
AA	BICW2	Bit Clear Word
AB	BICW3	Bit Clear Word
C0	ADDL2	Add Long 2 Operand
C1	ADDL3	Add Long 3 Operand
CA	BICL2	Bit Clear Long
CB	BICL3	Bit Clear Long
D8	ADWC	Add With Carry
`00`	`HALT`	
`01`	`NOP`	
`BA`	`POPR`	
`BB`	`PUSHR`	
`FC`	`XFC`	

HALT

Jméno

`HALT` — Halt

Přehled

```
HALT
```

N	Z	V	C
.	.	.	.

Popis

Instrukce zastaví procesor. Tato instrukce je privilegovaná a pokud je použita v neprivilegovaném módu, způsobý výjimku.

opcode	mnemo	name
`00`	HALT	Halt

Odkazy

Podobné instrukce: HALT.

NOP

Jméno

`NOP` — No Operation

Přehled

```
NOP
```

N	Z	V	C
-	-	-	-

Popis

Nevykoná nic.

opcode	mnemo	name
`01`	NOP	No Operation

Odkazy

Podobné instrukce: NOP.

POPR

Jméno

`POPR` — Pop Registers

Přehled

POPR *mask.rw*

Poznámky k tvaru instrukce

N	Z	V	C
-	-	-	-

Popis

opcode	mnemo	name
`BA`	POPR	Pop Registers

Odkazy

Podobné instrukce: HALT.

PUSHR

Jméno

`PUSHR` — Push registers

Přehled

PUSHR *mask.rw*

Poznámky k tvaru instrukce

N	Z	V	C
-	-	-	-

Popis

opcode	mnemo	name
BB	PUSHR	Push Registers

Odkazy

Podobné instrukce: HALT.

XFC

Jméno

XFC — Extended Function Call

Přehled

XFC

XFC *src*, *dst*

Poznámky k tvaru instrukce

N	Z	V	C
0	0	0	0

Popis

opcode	mnemo	name
FC	XFC	Extended Function Call

Odkazy

Podobné instrukce: HALT.

Kapitola 65. IBM System 360

Vlastnosti:

- IBM 360 Architecture and Microprogramming[1] by Ivor Jones
-
-
-

Architektura IBM 360 je velmi stará, ale současně přetrvala až do dnešních dob. Proto jsem ji nezařadil přímo mezi historické počítače ale věnuji jí samostatnou kapitolu.

65.1. Formáty instrukcí

Odkazy:

- Operační systémy, Stuart E. Madnick, John J, Donovan, SNTL 198, strana 549
-
-

System 360 používá několik formátů instrukcí. Tyto formáty používají délku 16, 32 a 48 bitů. Tedy jedno, dvě a tři půlslova. Operační kód začíná v prvních osmi bitech. A nejvyšší dva z nich soušasně určují jak je instrukce dlouhá.

Tabulka 65-1. Délky a formáty instrukcí architektury System 360

bity 0-1	délka instrukce	formáty
00	1	I/E/**RR**
01	2	**RX**
10	2	RI/RRE/RRF/RRR/**RS**/RSI/RX/**SI**/S
11	3	RIE/RIL/RSL/RSY/RXE/RXF/RXY/SIY/**SS**/SSE/SSF

Poznámka: V tabulce jsou i formáty instrukcí z následníků System 360.

Obrázek 65-1. RR

```
 0             7 8    11 12   15
+-------+-------+-------+-------+
|    Op Code    |  R1   |  R2   |
+-------+-------+-------+-------+
```

Obrázek 65-2. RX

```
 0             7 8    11 12   15 16   19 20                   31
+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
|    Op Code    |  R1   |  X2   |  B2   |          D2           |
```

```
+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
```

Obrázek 65-3. RS

```
 0         7 8--11 12-15 16-19 20            31
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  Op Code  | L1  | X2  | B2  |       D2        |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Obrázek 65-4. SI

```
 0         7 8        15 16-19 20            31
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  Op Code  |     I     | B1  |       D1        |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Obrázek 65-5. SS

```
 0             7 8    11 12   15 16   19 20                   31 32   35 36                   47
+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
|    Op Code    |   L1   | L2/I3 |  B1   |          D1           |  B2   |          D2           |
+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+-------+
```

Obrázek 65-6. SS

```
 0           7 8   11 12  15 16  19 20                31 32  35 36                47
+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+
|   Op Code   |  L1  |L2/I3 |  B1  |         D1         |  B2  |         D2         |
+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+------+
```

Obrázek 65-7. SS

```
 0         7 8  11 12-15 16-19 20            31 32-35 36            47
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  Op Code  | L1  |L2/I3| B1  |       D1        | B2  |       D2        |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Tabulka 65-2. Obsazení paměti IBM System 360

Adresa DEC	Délka	Význam
0	double word	Initial program Loading PSW
8	double word	Initial program Loading CCW1
16	double word	Initial program Loading CCW2
24	double word	External old PSW
32	double word	Supervisor call old PSW
40	double word	Program old PSW
48	double word	Machine check old PSW
56	double word	Input/output old PSW
64	double word	Channel status word

Adresa DEC	Délka	Význam
72	word	Channel address word
76	word	Unused
80	word	Timer
84	word	Unused
88	double word	External new PSW
96	double word	Supervisor call new PSW
104	double word	Program new PSW
112	double word	Machine check new PSW
120	double word	Input/output new PSW
128	depends on model	Diagnostic scan-out area

65.2. Instrukce

Tabulka 65-3. Seznam instrukcí System 360 podle operačních kódů

Name	Mnemonic	Opcode	Format	Operands
Supervisor Call	`SVC`	0A	RR	R_1,R_2
Add	`AR`	1A	RR	R_1,R_2
Subtract	`SR`	1B	RR	R_1,R_2
Add Logical	`ALR`	1E	RR	R_1,R_2
Subtract Logical	`SLR`	1F	RR	R_1,R_2
Load Positive	`LPR`	10	RR	R_1,R_2
Load Negative	`LNR`	11	RR	R_1,R_2
Load and Test	`LTR`	12	RR	R_1,R_2
Load Complement	`LCR`	13	RR	R_1,R_2
Load	`LR`	18	RR	R_1,R_2
Compare	`CR`	19	RR	R_1,R_2
Add Halfword	`AH`	4A	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Subtract Halfword	`SH`	4B	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Load Halfword	`LH`	48	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Compare Halfword	`CH`	49	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Add	`A`	5A	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Subtract	`S`	5B	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Add Logical	`AL`	5E	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Subtract Logical	`SL`	5F	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Load	`L`	58	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Compare	`C`	59	RX	$R_1,D_2(X_2,B_2)$
Load Multiple	`LM`	98	RS	$R_1,R_3,D_2(B_2)$

A

Jméno

`A, AR, AH, ALR, AL` — Add, Add Halfword, Add Logical

Přehled

AR *R1,R2*

A *R1,D2(X2,B2)*

AH *R1,D2(X2,B2)*

ALR *R1,R2*

AL *R1,D2(X2,B2)*

Popis

Název	Mnemo	Kód	Formát	Operandy
Add	A	5A	RX	
Add	AR	1A	RR	
Add Halfword	AH	4A	RX	
Add Logical	AL	1E	RX	
Add Logical	ALR	5E	RR	

Odkazy

Podobné instrukce: S.

C

Jméno

`C, CR` — Compare

Přehled

CR *R1,R2*

C *R1,D2(X2,B2)*

Popis

Název	Mnemo	Kód	Formát	Operandy
Subtract	C	59	RX	
Subtract	CR	19	RR	

Odkazy

Podobné instrukce: S, CH.

CH

Jméno

`CH` — Compare Halfword

Přehled

CH *R1,D2(X2,B2)*

Popis

Název	Mnemo	Kód	Formát	Operandy
Subtract Halfword	CH	49	RX	

Odkazy

Podobné instrukce: S, C.

L

Jméno

`L, LR` — Load

Přehled

LR R_1, R_2

L R_1, $D_2(X_2, B_2)$

Popis

LR	18
L	58

Odkazy

Podobné instrukce: A, LH, LTR, LCR, LPR, LNR, LM.

LCR

Jméno

`LCR` — Load Complement

Přehled

LCR R_1, R_2

Popis

LCR	13

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR, LH, LTR.

LH

Jméno

`LH` — Load Halfword

Přehled

```
LH R1, D2(X2,B2)
```

Popis

LH	48

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR.

LM

Jméno

`LM` — Load Multiple

Přehled

```
LM R1, R3, D2(B2)
```

Popis

Skupina registrů, počínaje registrem R_1 a konče registrem R_3 je naplněna obsahem paměti začínajícím na adrese danou $D_2(B_2)$.

Registry jsu plněny postupně id registru specifikovaném R_1 až k registru specifikovaném R_3. Pokud je parametre R_1 stejný jako R_3, naplní se jen jeden registr určený tímto číslem. Pokud je hodnota R_3 menší než hodnota R_1, naplní se postupně registry od GPR_{R1} až do GPR_{15} a poté se pokračuje registry GPR_0 až GPR_{R3}

$-R_2 \longrightarrow R_1$

LM	98

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR, LH, LTR.

LNR

Jméno

`LNR` — Load Negative

Přehled

LNR R_1, R_2

Popis

Do R_1 je uložena hodnota $-R_2$.

$-R_2 \longrightarrow R_1$

LNR	11

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR, LH, LTR.

LPR

Jméno

`LPR` — Load Positive

Přehled

`LPR` *R_1, R_2*

Popis

Do R_1 je uložena absolutní hodnota R_2.

`abs(R`$_2$`)` $\longrightarrow$ `R`$_1$

LPR	1O

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR, LH, LTR.

LTR

Jméno

`LTR` — Load and Test

Přehled

`LTR` *R_1, R_2*

Popis

LTR	12

Odkazy

Podobné instrukce: L, LR.

S

Jméno

`S, SR, SH, SLR, SL` — Subtract, Subtract Halfword, Subtract Logical

Přehled

SR *R1,R2*

S *R1,D2(X2,B2)*

SH *R1,D2(X2,B2)*

SLR *R1,R2*

SL *R1,D2(X2,B2)*

Popis

Název	Mnemo	Kód	Formát	Operandy
Subtract	S	5B	RX	
Subtract	SR	1B	RR	
Subtract Halfword	SH	4B	RX	
Subtract Logical	SL	1F	RX	
Subtract Logical	SLR	5F	RR	

Odkazy

Podobné instrukce: A, C.

SVC

Jméno

`SVC` — Supervisor Call

Přehled

SVC *I*

Popis

SVC	0A

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**s360.isa.svc;.

65.3. Nástroje pro tvorbu programů

*

65.3.1. Assembler

*

Odkazy:

- z390 Portable Mainframe Assembler and Emulator Project[2] — v Javě
-
-
-
-
-

Poznámky

1. http://www.cs.manchester.ac.uk/CCS/res/res23.htm#d
2. http://www.z390.org/

XI. Robotika a mechatronika

Tato část knihy pojednává o robotice. Oboru který je kombinací elektroniky, mechaniky, číslicové elektroniky, počítačů, programování, umělé inteligence a řadě dalších.

Odkazy:

- robotika.cz[1021]
- Hobbyrobot[1022]
- Robot revue[1023]

Obchody:

- Stavebnice.com[1024]

Robotika a mechatronika nebyla nikdy tak snadná a dostupná jako je dnes, a budoucnost vypadá ještě lépe. Jen se podívejte kolem sebe, kolik zařízení je vám k dispozici. Podívejte se na dnešní nabídku elektronických zařízení a kitů. Můžete konstruovat věci dříve pro běžného člověka nedosažitelné. Stačí vám k tomu jednoduchý řídicí element jako je například 40.8, pár periferií, motory a něco mechaniky a můžete si postavit 3D tiskárnu, obráběcí stroj, malého robota, ... Komponenty jako GPS přijímače, a elektronické gyroskopy a snímače zrychlení (gravitačního pole), snímače zemského elektromagnetického pole (kompasy). Velmi výkonné počítače v jednom čipu za pár korun (či euro). To jsou všechno věci o kterých jste před lety nemohli ani snít a teď jsou vám k dispozici a můžete si je koupit.

Poznámky

1021. http://robotika.cz/

1022. http://www.hobbyrobot.cz/

1023. http://www.robotrevue.cz/

1024. http://www.stavebnice.com

Kapitola 66. Roboti

* ***Attributy:*** *id="Robots"*

Informace o robotech na internetu, robotických stavebnicích i celých kompletech.

66.1. Humanoidní roboti

Odkazy:

- Robonova-I
  - Robonova-I Humanoid Robot Kit[1] on Robosavvy
- Bioloid
  - Educational Robot kit "Bioloid"[2]
  - Bioloid[3]
- RoboBuilder 5710K
  - RoboBuilder 5710K Intro[4] on Robosavvy
- KHR-1
  - KHR-1 Kit Content[5] on Robosavvy
- Kondo KHR-2HV
  - KONDO KHR-2HV Humanoid Robot Kit[6] on Robosavvy

66.2. Vozítka

Odkazy:

- POBbot
  - POB Educational Platform[7]
- Pololu 3pi Robot
  - Pololu 3pi Robot Kit[8]

66.3. Létadla

*

Odkazy:

-
-

66.3.1. Čtyřrotorový *Quadcopter*

* ***Attributy:*** *id="Quadcopter"*

Odkazy:

- Next Generation UAVP[9]
- Quadcopter Home[10]
- AeroQuad[11] The Open Source Quadcopter
-
-

Poznámky

1. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=135&Itemid=124
2. http://www.robotis.com/zbxe/bioloid_en
3. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=82&Itemid=81
4. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=159&Itemid=128
5. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=43
6. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=127&Itemid=119
7. http://robosavvy.com/site/index.php?option=com_content&task=view&id=180&Itemid=133
8. http://www.pololu.com/catalog/product/975
9. http://ng.uavp.ch/moin
10. http://www.quadcopter.org
11. http://aeroquad.com

Kapitola 67. Obráběcí a tvořící stroje

Tato kapitola je věnována strojům a konstrukcím jenž mají praktický význam v tom že umožňují obrábět, či jiným způsobem zpracovávat hmotu.

Odkazy:

- Thingiverse[1] — blog publikovaných modelů pro různé typy obrábění a tisku
- CNC Router Zone — Great Info on CNC Routers[2]
-
-

67.1. RepRap a jiné 3d tiskárny

Odkazy:

- Fab@Home[3]
- RepRap Project[4]
-
-

Nástroje:

- Skeinforge[5]
-

67.2. Vrtací a frézovací stroje

Odkazy:

- MTM A-Z PCB Mill[6] rovněž dřevěná konstrukce
- How to Make a Three Axis CNC Machine (Cheaply and Easily)[7]
- Fireball V90 CNC Router Assembly[8] — kit za cca $599
- ! Home-Made DIY CNC Machine using Step Motors, Dremel, and EMC2[9] — [IL]
- CNC Cookbook[10]
- www.C-N-C.cz fórum[11]
- Varsanyi Peter[12] — jen obrázky
-
-
-

Obchody:

- CNCshop.cz[13] — CNC & automatizace
-
-
-
-

Odkazy na české konstrukce:

-
-

•

Instructables:
- How to make a mini milling machine- manual or CNC![14]
- Build a CNC Router from Scratch (Part 1): Complete Video Tutorial[15]
- $20 CNC Machine[16]
-

Vybraná videa na YouTube:
- Easy to build Desktop CNC Mill[17] — konstrukce na Instructables.com[18]
-
-

67.2.1. Dřevěný 3-osý obráběcí stroj do $100

*

Odkazy:
- 3D Obráběcí fréza, dřevená konstrukce.[19]
-

Stroj má velmi primitivní elektroniku sestávající s tranzistorových spínačů na paralelním portu které přímo spínají vinutí tří krokových motorů.

Jako řídicí program slouží EMC2.

EMC2 odkazy:
- EMC Info[20]
- emc2.git summary[21]
-
-

67.3. Plotry

Odkazy:
- Zapisovač Alfi[22]
- Návod sestavení Alfi[23]
- zapojení plotru alfi k pc[24]
-
-

Poznámky

1. http://www.thingiverse.com/
2. http://cncrouterzone.org/
3. http://fabathome.org/wiki/index.php?title=Main_Page
4. http://en.wikipedia.org/wiki/RepRap_Project
5. http://fabmetheus.crsndoo.com/wiki/index.php/Skeinforge

6. http://mtm.cba.mit.edu/machines/mtm_az/index.html
7. http://www.instructables.com/id/How-to-Make-a-Three-Axis-CNC-Machine-Cheaply-and-/
8. http://hackedgadgets.com/2009/04/26/fireball-v90-cnc-router-assembly/
9. http://www.lirtex.com/robotics/diy-cnc-machine
10. http://www.cnccookbook.com/CCResourcesInd.htm
11. http://www.c-n-c.cz/index.php
12. http://www.ftp.cnchungary.com/Varsanyi_Peter/CNC%20gepek%20fotok/
13. http://www.cncshop.cz/
14. http://www.instructables.com/id/Make-a-mini-milling-machine/
15. http://www.instructables.com/id/Build-a-CNC-Router-from-Scratch-Part-1:-Complete/
16. http://www.instructables.com/id/20-CNC-Machine/
17. http://www.youtube.com/watch?v=6drMZqmyXQc
18. http://www.instructables.com/id/Easy-to-Build-Desk-Top-3-Axis-CNC-Milling-Machine/
19. http://fab.cba.mit.edu/classes/MIT/863.09/people/dcarr/final/final.html
20. http://wiki.linuxcnc.org/cgi-bin/emcinfo.pl?git
21. http://git.linuxcnc.org/gitweb?p=emc2.git;a=summary
22. http://www.merkurtoys.cz/cz/robotika/stranky/alfi/stranka.htm
23. http://www.cerovsky.net/merkur/
24. http://merkur.kreteni.cz/diskuse/prispevek.php?od=0&kat=18

Kapitola 68. Díly a komponenty

*

Obchody a dodavatelé:

- MICROCON[1]
- Ing. Petr Spáčil - kovoobrábění[2]
- Torqspline Screws[3]
- cnc-multitool.com[4]
- MakerBot STORE[5]
- DUZI CNC Shop[6] — I/O karty [CZ]
- CNC Shop[7]
- 68.3
-
-

Odkazy:

- High Speed 4 axis opto isolated interface PCB[8]
- PMinMO.com[9]
- T-Slot system[10]
-
-

68.1. Krokové motory a jejich řízení

*

Odkazy:

- MS MOTOR CO., LTD[11] (China)
- Krokové motory[12] na Alltronics.com
- Stepper Motor NEMA Sizes[13]
- stepper motor - use it cheapest and easyest[14] — jak rozpoznat zapojení neznámého krokového motoru
- Tutoriál Control of Stepping Motors[15] Douglas W. Jones
- Other Stepper Motors[16]

Některé krokové motory mají standardizované rozměry a uchycení které se nazývá NEMA.

Tabulka 68-1. NEMA

NEMA	vnější rozměr	uchycení	díra
8		16±0.2mm	
11		23.11mm	
14	35.2×35.2	26±0.2mm (25.91mm)	0.157
16			
17		1.22"×1.22" (30.99mm)	
23	2.3" × 2.3"	1.8560"×1.8560 (47.34mm)	DIA 0.2050"
24			
34		2.740×2.740 (69.6mm)	

NEMA	vnější rozměr	uchycení	díra
42			

Bipolární motor

Unipolární motor

68.1.1. Řízení krokových motorů

*

Odkazy:

- EasyDriver Stepper Motor Driver[17]
-

V http://www.schmalzhaus.com jsou kompletní podklady pro výrobu ovladačů dvoufázových krokových motorů EasyDriver. Tyto jsou založeny na čipu A3967SLB. Tyto desky jsou použity například v DIY CNC[18] publikovaném na Instructables.

Brian Schmalz[19] vytvořil konstrukci s A3967SLB proto, že se cena původně používaného čipu UCN5804B zvadla. Aktuálně [2011-04-17, GME] je nabízen za 696Kč s DPH.

Odkazy:

- EasyDriver v3.1 Tutorial[20]
-

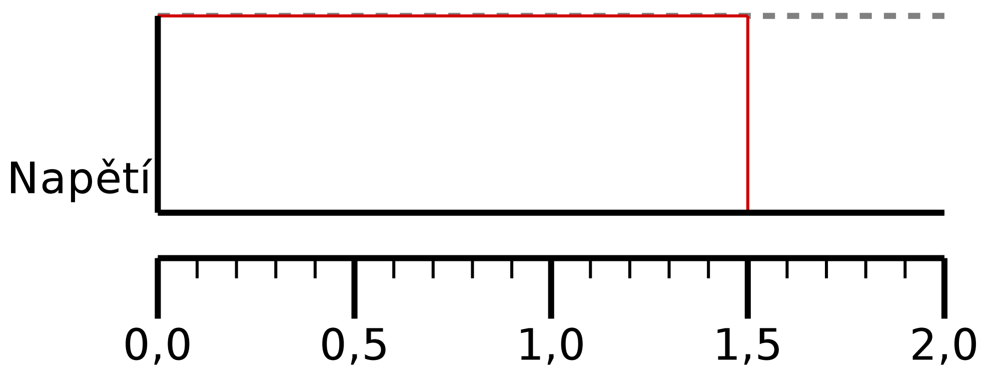
68.2. Servomotory

Odkazy:

- 57.1
- Whats a Servo?[21]
- RC servo controlling[22]
- Generating PWM signals using Timers in the ATMega chip[23]
-
-

Modelářské servomotory jsou výkonné pohybové mechanismy řízené nejčastěji pulsním signálem. Puls vysílaný 50 krát v sekundě definuje svojí šířkou úhel natoční servopohonu. Minimální délka pulzu je cca 1ms a takový puls nastavuje machanismus úplně v levo. Délka pulsu 1.5ms nastaví střední, neutrální, polohu. Maximální délka pulsu 2ms nastaví machanismus do pravé krajní polohy.

Obrázek 68-1. Ovládací puls pro nastavení neutrální polohy na servomotoru



Pokud řídíme serva MCU AVR, můžeme je řídit přímo výstupy OC1A, OC1B. Ovládací program je pak velmi jednoduchý, protože o všechno se starají obvody prvního čítače/časovače. Jsme ale omezeni jen na dvě serva.

Pokud použijeme sofistikovanější softwarový přístup, můžeme ovládat až 20 servomotorů. Základem tohoto přístupu je, pulzy do serv mohou být navzájem posunuty.

Celý cyklus při 50Hz trvá 20ms. Impuls pro každé servo trvá od 1ms do 2ms. Tedy je zde pevná fixní část dlouhá 1ms. Algoritmus je pak následujícíí. Každou ms budeme generovat startovací část impulsu serva číslo n+1 a současně nastavíme čítač časovač a budeme generovat proměnlivou část impulsu serva číslo n. Toto překrývání ná umožní ovláda s pomocí jednoho časovače až 20 serv.

Obrázek 68-2.

```
         _                          _
Srv1  _| |________________________| |_________
             _                          _
Srv2  _____| |________________________| |______
                 _                          _
Srv3  ________| |________________________| |___
```

Pokud bychom mohli využít druchý registr OC1B u prvního časovače, mohli bychom ovládat dvě serva paralelně. To by zvedlo maximální počet ovládaných serv na 40.

Bežné modelářské servomotory mají jednoduché třívodičové připojení přivedené na konektor. Barvy vodičů a jejich význam je následující:

Tabulka 68-2. Připojení modelářského serva

vodič	barva
pulzní řízení	bílá, žlutá, nebo obecně svatlá
Ucc	červená
GND	černá, hnědá, nebo obecně tmavá

68.2.1. Parametry a dostupnost některých servomtorů

Tabulka 68-3. Turnigy TG9

hmotnost	9g
napětí	3 až 6 V stejnosměrné
rychlost	0.12s/60 stupňů při 4.8V
kroutící moment	1.6kg - cm
pracovní teplota	-30 až 60 stupňů Celsia

Odkazy:

- Micro servo — Turnigy TG9[24] na Adafruit Industries
- $1.99 Servo Dissected[25]
-

Tabulka 68-4. HEXTRONIK HTX 900

hmotnost	9g
velikost	21x12x22 mm
napětí	3 až 6 V
rychlost	0.12 sec/60 při 4.8V
kroutící moment	1.6 kg - cm
pracovní teplota	-30 až 60 stupňů

Odkazy:

- Hextronik HXT900 Micro Servo 9g / 1.6kg / .12sec[26]
-

68.3. Contraptor

*

Odkazy:

- Contraptor[27] open source DIY rapid hardware prototyping
- Contraptor[28] na garageFab.cc
-
- SourceForge[29]
-
-

Tato "stavebnice" je takovým větším Merkurem. Dírky jsou v rozteči jednoho palce.

Projekty:

- Vincent Rouilly/XYZ Table Project[30]
-

Podobné "stavebnice":

-

  Gride Beam

  - Grid Beamers[31] [2007]
  - Grid Beam[32]

- Gridbeam[33]
-
-

68.4. Konstrukční materiály

*

Odkazy:

- AluCad - hliníkové profily[34]
- BETZ TECHNIK[35]
- MAREK INDUSTRIAL a.s.[36]
- Poltech[37]
- ALUTEC K&K a.s.[38]
-
-
-

Poznámky

1. http://microcon.cz/
2. http://www.krutor.cz/manufacturing/aboutme/cz.htm
3. http://roton.com/Screw.aspx?line=Torqspline
4. http://www.cnc-multitool.com/shop-milling.asp
5. http://store.makerbot.com/
6. http://www.duzi.cz/shop_cnc/
7. http://www.cncshop.cz/
8. http://pminmo.com/4axisopto/4axisDIYopto.htm
9. http://pminmo.com/
10. http://www.8020.net/T-Slot-5.asp
11. http://www.ms-motor.com/
12. http://www.alltronics.com/cgi-bin/category/55
13. http://www.piclist.com/techref/io/stepper/nemasizes.htm
14. http://www.instructables.com/id/Unknown-stepper-motor-wiring/
15. http://www.cs.uiowa.edu/~jones/step/index.html
16. http://wwwhomes.doc.ic.ac.uk/~ih/doc/stepper/others/
17. http://www.schmalzhaus.com/EasyDriver/
18. http://www.instructables.com/id/DIY-CNC-1-2/
19. http://www.schmalzhaus.com/
20. http://danthompsonsblog.blogspot.com/2008/09/easydriver-v31-tutorial.html
21. http://www.seattlerobotics.org/guide/servos.html

22. http://www.epanorama.net/documents/motor/rcservos.html
23. http://mil.ufl.edu/~achamber/servoPWMfaq.html
24. http://www.adafruit.com/index.php?main_page=product_info&cPath=34&products_id=169
25. http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=1173308
26. http://www.hobbytec.co.uk/product.php?id_product=16
27. http://www.contraptor.org/
28. http://www.garagefab.cc/contraptor
29. http://sourceforge.net/projects/contraptor/
30. http://openwetware.org/wiki/User:Vincent_Rouilly/XYZ_Table_Project
31. http://www.gridbeamers.com/
32. http://gridbeam.biz/
33. http://www.gridbeamnation.com/
34. http://www.alucad.cz/standardni-hlinikove-profily-pro-siroke-pouziti/
35. http://www.betz.cz/download/soubory_ke_stazeni.html
36. http://www.marek.eu/cz/produkty/hlinikove-profily-konstrukce-doplnky-b-fm-systeme-b-fath/
37. http://www.poltech.cz/poltech/6-Hlinikove-Profily-Schnaithmann
38. http://www.aluteckk.cz/

Kapitola 69. Poznámky

Co se týče rozhodnutí jestli hlavu s nástrojem umístnit na most který se hýbe nad pracovním prostorem, tak takové řešení zabírá nejméně místa.

Druhé řešení, kdy pracovní stůl hýbe s obráběným předmětem ve dvou osách ve vodorovné rovině je klasičtější. Nejspíše má své výhody, mě napadjí dvě.

První výhoda je ta, že se s obráběcí hlavicí hýbe jen v ose Z a tato může mít větší hmotnost a pevnější uchycení. Její hmotnost nezatěžuje most protože žádný nemáme.

Druhá výhoda která mne napadla je že mohu mít více obráběcích či meřících hlavic, které jsou na fixních pozicích a samy se pohybují jen v ose Z. Tímto způsobe je možno realizovat stroj s několika odlišnými nástrojovými hlavicemi které se nemusí vyměňovat, protože stůl s obráběným předmětem si najede pod právě potřebnou hlavicí.

Kapitola 70. Mechanika

70.1. Různé poznámky

*

Odkazy:

- Open Source Engineering[1]
-

Na Z-39 was "Yet Another Tracked Bot"[2] je detailní popis konstrukce pásového tankového mechanismu. Konstrukce je formou CNC frézovaných či řezaných komponent ze dřeva či podobného materiálu. Dílky se poskládají, nekteré části slepi a jednotlivé segmenty pásu se spojí čepy či v tomto případě šrouby.

Poznámky

1. http://p2pfoundation.net/Open_Source_Engineering
2. http://letsmakerobots.com/node/25507

XII. Programové vybavení a operační systémy

Kapitola 71. Softwarové nástroje

* ***Attributy:*** *id="software"*

V této kapitule popisuji nebo zmiňuji různé programy. Jedná se o programy pro práci seschématy, analýzu obvodů, simulaci či jiné.

Pro simulaci obvodů můžeme použít:

- Logisim[1] — simulátor digitálních obvodů. Tento program je napsaný v Javě, a proto jej můžeme použít i na MacOS X a MS Windows. Použitá licence je GPL 2.
- KLogic[2] []
- Logic Simulator[3] [Java]
- A Digital Circuit Simulator/Designer program[4]
- KSimus[5]
- Qucs[6]
-

Logisim je simulátor digitálních obvodů naprogramovaný v Javě. Můžeme jej tedy provozovat jak na Linuxu, tak na Mac OSX a i na MS Windows. Program umožňuje vytvářet vlastní komponenty a ty používat při sestovování dalších komponent. Obvody jsou editovány za živa, dusledky každé změny v zapojení ihned vidíme. Propojovací vodiče svou barvou říkají jaká logická hodnota na nich je, není tedy třeba mít všude sondy. Největší nevýhodu kterou u programu spatřuji je nemožnost vyexportovat zapojení v EPS.

KLogic je další simulátor digitálních obvodů, tentokrát naprogramovaný pod KDE. Tento program rovněž nemá možnost exportovat vytvořený obvod do EPS.

71.1. gEDA

Odkazy:

- gEDA[project7]
- gEDA[8] na Wikipedii
- gEDA Project Wiki[9]

Protože s interní databází komponent instalovanou přímo s programem nemusíme vystačit, použijeme komponenty publikované na internetu. Tato je na webu gedasymbols.org[10].

Videa na YouTube:

- Dvě videa uživatele alpacadee[11] ukazující práci v gschem a pcb [bez zvuku, japonsky]
- Kanál uživatele sonodrome[12], který publikoval asi půl tuctu videí
- YouTube kanál uživatele XbitElectronics[13]. Mají také web[14]. Uživatel slíbil publikovat nějaké videotutoriály.
- Kanál uživatele Some professors[15]
-
-

71.1.1. Instalace

71.1.1.1. Instalace verze 1.5 ze zdrojů

Nejdříve jsem si vytvořil adresář.

```
# mkdir -p /usr/local/src/geda
# chown radek:radek /usr/local/src/geda
```

Potom stáhl příslušné zdrojové soubory.

```
$ mkdir /usr/local/src/geda/download
$ cd /usr/local/src/geda/download
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/README
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/gaf-1.5.0-relnotes.html
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/gEDA-gaf-1.5.0.md5sum
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/Makefile
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/libgeda-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-symbols-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-gschem-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-genlist-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-gsymcheck-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-gattrib-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-utils-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-docs-1.5.0.tar.gz
$ wget http://www.geda.seul.org/devel/v1.5/1.5.0/geda-examples-1.5.0.tar.gz
```

Balíčky rozbalíme

```
$ cd /usr/local/src/geda
$ for package in download/*.tar.gz; do tar xzvf $package; done
```

A všechno přeložíme

```
# make configure
# export PREFIX=/usr/local
# export LD_LIBRARY_PATH=$PREFIX/lib:$LD_LIBRARY_PATH
# export PATH=$PREFIX/bin:${PATH}
# export PKG_CONFIG_PATH=$PREFIX/lib/pkgconfig:$PKG_CONFIG_PATH
# make install >log 2>&1
```

71.1.1.2. Instalace verze 1.6 ze zdrojů na Debian Lenny

Pro překlad je třeba mít nainstalovánu verzi debhelper z Sqeeze. Debhelper nemá další závislosti, takž to šlo bez problémů. Poté doinstalovat požadované vývojové balíčky.

```
$ apt-get -b source geda-gaf=1:1.6.0-4
```

* *Tak jsem se zkusil podívat, není li k dispozici novější verze a zjsitil jsem že maličko novější, tedy 1.6.1 je.*

```
$ apt-get -b source geda-gaf=1:1.6.1-4
```

71.1.1.3. Kopilace pcb z gitu

*

```
$ git clone git://git.gpleda.org/pcb.git
$ ./autogen.sh
$ ./configure --with-gui=gtk --prefix=$HOME
$ make
$ make install
```

71.1.2. Konfigurace

*

Po nainstalování se v našem domovském adresáři vytvoří podadresář `~/.gEDA` který obsahuje celou uživatelskou konfiguraci programu. Systémová konfigurace se nachází v adresáři `/etc/gEDA`. Tím „hlavním“ konfiguračním souborem, který si budeme upravovat, je `~/.gEDA/gschemrc`. Tento soubor je v lispovském (scheme) formátu.

71.1.2.1. Změna standardního černého pozadí na světlé

*

Protože mi lépe vyhovuje světlé pozadí, chtěl jsem si nakonfigurovat **gschem** tak aby ho používal standardně. Jedná se o volbu v menu View⟶Light color scheme (**v l**).

Tohoto nastavení dosáhneme vložením následujícího kódu do `~/.gEDA/gschemrc`.

```
; Load up a color scheme
(load (build-path geda-rc-path "gschem-colormap-lightbg"))
```

71.1.3. Jak malovat schémata

*

No jednoduše. Ale teď vážněji. Je dobré si projít některý nebo více tutoriálů o práci s gEDA. Zde totiž popisuji jen některé zvláštnosti.

71.1.3.1. Atributy

*

Každá komponenta má své atributy. Zde skusím některé atributy popsat.

Popisy některých atributů

pintype

pinlabel

Každý vývod (pin) součástky musí mít vyplněn tento atribut a jeho hodnota musí být jednoznačná. Každý pin součástku musí mít jinou hodnotu.

pinnumber

Číslo vývodu (pinu) součástky. Toto číslo odpovídá číslu vývodu na footprintu.

pinseq

Hodnota podobná pinnumber. Je důležitá pro PCB a Autorouter.

refdes

Identifikátor komponenty. Pokud komponentu vytváříme to co zde zapíšem je šablona identifikátoru. Například pro diodu uvedem "D?" kde znak "?" je pak nahrazen číslem.

device

Aktuální jméno součástky / integrovaného obvodu jako například "LM555".

footprint

71.1.3.2. Součástky a jejich footprinty

*

71.1.3.2.1. Jednoduché pájecí body a konektory

*

Na schématu používám s oblibou komponentu "terminal". Na PCB ji mohu realizovat

* */user/kai_martin_knaak/symbols/connector/con_1x1.sym*

Odkazy:

- 1x1PIN.fp[16]
-

71.1.4. Vytváření PCB

*

Odkazy:

- gschem -> gsch2pcb -> PCB[17]
-

Budeme potřebovat program **gsch2pcb** který je v standardní instalaci programů gEDA. Tento program vzme schéma a vloží součástky do předlohy plošného spoje. Tak jednoduché to není ale tím začínáme.

Proto aby vše fungovalo, musíme mít vyplněny u každé komponenty následující atributy:

- footprint — rozložení vývodů součástky na plošném spoji

- value — hodnota součástky (u odpor například 1k, u tranzistoru BC546, . . .)
- refdes — identifikátor součástky (R2, U6, C5, . . .)

Právě hodnota atributu footprint je pro mne záhadou kterou je třeba vyřešit. Začnu od jednodušších komponent.

Footprinty pro odpory jsou například: R025.

71.1.5. Knihovna symbolů

*

Knihovna symbolů instalovaná s editorem schémat se nachází v adresáři `/usr/share/gEDA/sym/`.

Centrální web pro symboly je gedasymbols[18].

Můžeme mít libovolný počet lokálních knihoven. Tyto musíme ale uvést v konfiguračním souboru `~/.gEDA/gafrc`. Adresáře se symbloly zavádíme příkazem `component-library`.

```
;; User symbol libraries
(define personal-library "/home/radek/lib/gEDA")
(component-library (build-path personal-library "sym/headers") "Headers (local)")
(component-library (build-path personal-library "sym/natsemi") "Nat.Semi. (local)")
```

71.1.6. Footprints

* ***Attributy:*** *id="gEDA.Footprints"*

Odkazy:

- Footprint creation for the open-source layout program "PCB"[19] [2005]
-

Footprint je rozvržení kontaktů/děr na plošném spoji pro konkrétní součástku. Je to tedy tvar měděné vrstvy pro osazení konkrétní součástkou.

71.1.7. Otázky a odpovědi

Q: hello. I have problem with "Embed Component/Picture". It looks promissing for what I need but it isn't. What I need is to embed component into schematic an then "Down Symbol" modify it. But it always try to edit the original symbol and not the embeded.

A: i think you need to save symbol in example in project dir, then modify gafrc to see such symbols, then modify it then embed

71.2. TkGate

Odkazy:

- TkGate.org[20]
-

TkGate je program pro vytváření a simulaci digitálních obvodů. Základním stavebním kamenem jsou hradla, ale máme k dispozici i MOS tranzistory jenž jsou považovány za elektronicky ovládané spínače. Tedy žádná analogová techniky. Mimo jednoduchá hradla máme k dispozici a "větší" komponenty jako jsou registry multiplexery a demlutiplexery, paměti, ...

Poslední verze o které vím a kterou jsem zkoušel je 2.0b10.

Poznámka: Některá schémata v tomto dokumentu byla vytvářena v TkGate.

71.3. EMC2

* ***Attributy:*** *id="EMC2"*

Odkazy:
- LinuxCNC[21]
-

Enhanced Machine Controller project.

71.3.1. Instalace

*

Odkazy:
- Debian Lenny Compile EMC2[22]
-

Na Debian Lenny postupujeme podle návodu Debian Lenny Compile EMC2[23].

```
$ ./configure --enable-run-in-place --enable-simulator \
    --with-tclConfig=usr/lib/tcl8.4/tclConfig.sh \
    --with-tkConfig=/usr/lib/tk8.4/tkConfig.sh
```

71.4. SketchUp

*

Odkazy:
- SketchUp[24] v knize o Google
- How to run Google Sketchup 7 on eeePC 901 with a Debian Lenny OS ?[25] na Zeitoun.NET
- Debian Bug report logs - #554804 wine-unstable: Google sketchup 7.1 fails to install[26]
-
-
-
-

71.4.1. Skriptování v Ruby

*

Odkazy:
- suplugins (WebConsole)[27]
-

71.5. Art Of Illusion

*

Odkazy:

- Art of Allusion[28]
- vasek.wu.cz[29]
-
-
-

71.6. SIMH (simulátor starých počítačů)

*

Odkazy:

- The Computer History Simulation Project[30]
-

Poznámky k verzím programu

3.8-1

Poslední verze vydaná 2009-02-08.

3.7-0

Verze v Debian 5.0 Lenny.

Přehled strojů které SIMH simuluje:

- Data General Nova, Eclipse
- Digital Equipment Corporation: PDP-1, PDP-4, PDP-7, PDP-8, PDP-9, PDP-10, PDP-11, PDP-15, VAX
- GRI Corporation GRI-909, GRI-99
- IBM 1401, 1602, 1130, 7090/7094, System 3
-
- Hewlett-Packard 2114, 2115, 2116, 2100, 21MX, 1000
-
-

Program SIMH který napsal Bob Supnik

Poznámky

1. http://ozark.hendrix.edu/~burch/logisim/
2. http://www.a-rostin.de/index.html
3. http://www.tetzl.de/java_logic_simulator.html
4. http://www.sandeepdeb.com/softwares/dcd/index.shtml
5. http://ksimus.berlios.de/
6. http://qucs.sourceforge.net/

7. http://www.gpleda.org/
8. http://en.wikipedia.org/wiki/GEDA
9. http://www.geda.seul.org/wiki/
10. http://www.gedasymbols.org/
11. http://www.youtube.com/user/alpacadee
12. http://www.youtube.com/user/sonodrome
13. http://www.youtube.com/user/XbitElectronics#g/u
14. http://www.xbitinc.com/news/2/New-Products%2C-Tutorials%2C-Website-Updated.html
15. http://www.youtube.com/user/someprofs
16. http://www.gedasymbols.org/user/kai_martin_knaak/footprints/connector/1x1PIN.fp
17. http://www.geda.seul.org/wiki/geda:gsch2pcb_tutorial
18. http://www.gedasymbols.org/
19. http://www.brorson.com/gEDA/land_patterns_20050129.pdf
20. http://www.tkgate.org/
21. http://linuxcnc.org/
22. http://wiki.linuxcnc.org/cgi-bin/emcinfo.pl?Debian_Lenny_Compile_EMC2
23. http://wiki.linuxcnc.org/cgi-bin/emcinfo.pl?Debian_Lenny_Compile_EMC2
24. ../google/SketchUp.html
25. http://www.zeitoun.net/articles/google-sketchup-7-with-debian-lenny-on-eeepc-901/start
26. http://bugs.debian.org/cgi-bin/bugreport.cgi?bug=554804
27. http://code.google.com/p/suplugins/
28. http://artofillusion.org/
29. http://vasek.wu.cz/artilusion/AoIManual/
30. http://simh.trailing-edge.com/

Kapitola 72. Assemblery a překladače

*

Poznámky k překladačům.

Odkazy:

- vasm[1] a portable and retargetable assembler
-

Poznámky

1. http://sun.hasenbraten.de/vasm/

Kapitola 73. Femto OS

Odkazy:

- Femto OS[1]
- Femto OS shell application[2]
- Femto OS interrupt application[3]
- Frmto OS queue application[4]
- Femto OS hook application[5]
-

Poznámky

1. http://www.femtoos.org/
2. http://www.youtube.com/watch?v=CvtM8J9ZpJU
3. http://www.youtube.com/watch?v=UgocLNmY2Ro
4. http://www.youtube.com/watch?v=GFcYjVAh8hs
5. http://www.youtube.com/watch?v=KcSXaGPQ8UU

Kapitola 74. UniFLEX

Odkazy:

- The Missing 6809 UniFLEX Archive[1] UniFLEX'09 for SWTP & Gimix - Plus ALL Products Ever Developed
- 6809 Emulation Page[2]
-
-

Poznámky

1. http://www.rtmx.com/UniFLEX/
2. http://koti.mbnet.fi/~atjs/mc6809/

Kapitola 75. UCSD Pascal

Odkazy:

- http://www.bitsavers.org/bits/UCSD_Pascal

UCSD Pascal je implementace překladače programovacího jazyka Pascal do virtuálního prostředí a rovněž implemetace interpretu tohoto virtuálního počítače pro konkrétní HW architekturu. Svým způobem je to velmi vzdálený předek Javy.

XIII. Historie výpočetní techniky

Muzea a podobné odkazy:

- Norsk Datahistorisk Forenings[1138]
- Glenn's Computer Museum[1139]
- The History of Computing Project[1140]
- Facts and stories about Antique (lonesome) Computers[1141]
-
-
-

Poznámky

1138. http://www.nodaf.no/index.php/Hovedside

1139. http://www.glennsmuseum.com/

1140. http://www.thocp.net/index.html

1141. http://ed-thelen.org/comp-hist/index.html

Kapitola 76. Poznámky k historii

Odkazy:

- Computer Pioneers - Pioneer Computers Part 1[1]
- Computer Pioneers - Pioneer Computers Part 2[2]
- On-Line Documents[3]
- Columbia University Computing History[4]
- The History of Computers[5]
- Computer Chronology[6]
- History of Computer Technology[7]

1936 Konrad Züse — základní návrh počítače řízeného děrnou páskou. (Z3)

1936 Allan Turing — teoretické základy

Fyzik Howard Aiken

John Antanasov

1940 BTL1: Bell Labs[8]: George Stibitz — experimetoval s relé, binární jednobitová sčítačka. Výlsedkem projektu byl kalkulátor BTL1. Kalkulátor byl sprovozněn v roce 1939, vyřaze z provozu v roce 1949. Cena projektu cca $20.000 byla důvodem pro zastavení dalších prací. Velikost BTL1 byla 8*5*1 stopa. Pamět obsahovala 2 komplexní čísla. Rychlost 0.2 operace za sekundu. Do konce války postavili v Bell Labs dalších 6 strojů. Největší z nich, dokončený v roce 1946 obsahoval 9.000 relé v několika místnostech. Potřeboval 20kW energie. Používal aritmetiku v plovoucí čárce, a stál $500.000.

Ve videu Computer Pioneers - Pioneer Computers Part 1[9] na 00:12:02 je ukázka mechanického logického obvodu AND.

1938 Z1: 64 slov paměti. Byl postaven z elektronických relé.

1941 Z3: Sprovozněn koncem roku 1941, zničen v roce 1944 v průběhu II. světové války. 1963 byla postavena jeho kopie. Počítač postavil vlastními náklady sám Konrad Zuse. Odhadovaná cena $6.500. Velikost 2 moduly o rozměrech 6*3*1 stopa. Počítač měl pamět vlikou 64 slov, kažé 22 bitů veliké. Používal aritmetiku v plovoucí řádové čárce. Program byl vyděrován do 35mm širokého filmu. Zvládal 0.5 operace za sekundu. Použití: analýza obvodů, obrana, prototyp. Sečtení dvou čísel v plovoucí řádové čárce trvalo asi 2 sekundy.

1942-1945 Z4. Zrekonstruován v 1950. V roce 1951 měl Zuse 1000 slov mechanické paměti s přístupovou dobou 1,5s. Logika reallizována v relé. Šířka slova 42 bitů. Aritmetika v plovoucí řádové čárce. V roce 1950 modifikován a přidána možnost podmíněného větvení. Byl používán až do roku 1959.

Po válce vybudoval Zuse firmu která stavěla počítací stroje. Tato byla později absorbována firmou Siemens.

1942 ABC: John Vincent Atanasoff[10] spolu se spolupracovníkem {Berry} uvedl do chodu stroj používající sériovou binární aritmetiku a kondenzátorovou pamět. Cena stroje byla $7.000, a velikost asi 6*3*3 stopy. Použitá technologie: elektronky, kondenzátory, děrné štítky. Paměť 64 50-ti bitových slov. Rychlost 32 operací za sekundu. Použití: Lineární algebra. Na snímku Computer Pioneers - Pioneer Computers Part 1[11] je část jeho přednášky 00:22:25 až 00:28:30. Atanasoff byl první v USA kdo použil binární aritmetiku a elektronky k počítání. Jeho práce byla použita ke zrušení patentu ENIACu.

Harward MARK I (ASCC): Howard Aiken a Grace Hopper. Počítač byl postaven v IBM. Sprovozněn roku 1943, vyřazen z provozu 1959. Cena cca $500.000, velikost asi 51*8*8 stop Byl dlouhý 51 stop 8 stop vysoký a hluboký 8 stop. Měl prosklenou přední stěnu.. Použité technologie: mechanické prvky, relé, děrné štítky propojovací desky (plugboards). Paměť měla 72 slov o šířce 23 číslic (na pozici 24 bylo znamének). Program uložen na děrných štítcích nebo pásce. Rychlost 3.3 operací za sekundu. Použití: obrana. Na snímku Computer Pioneers - Pioneer Computers Part 1[12] 00:31:08 - 00:42:06 je část přednášky Grace Hopper. Na této ukázce zmiňuje i první počítačovou chybu (bug). MARK I pracoval 24 hodin denně, 7 dní týdně.

Počítač měl 72 registrů, každý měl vlastní sčítačku.

- Harvard Mark I[13]
- Inventors of the Modern Computer[14]
- ASCC operational manual[15]

SSEC IBM: {Wallace Eckert}, sprovozněn 1948, plocha 25*50 stop. Technologie: elektronky, relé, děrné štítky. Paměť 160 číslic (elektronková), 300 (releová), 400,000 na děrné pásce. Program na děrných štítcích. Rychlost 50 násobení za sekundu. Použití: astronomie, obrana.

Inženýři stavějící SSEC později postavili IBM650.

Programátoři SSEC se později stali členy skupin programátorů 701.

76.1. Minipočítače

*

Odkazy:

- Minicomputer[16] na Citizendii
- Computer Automation LSI 2 minicomputer[17]
-
-

První tranzistorové minipočítače

- PDP-8 ¶ předchůdci PDP-5, LINC, TX-0, TX-2 a PDP-1
-
-
-

Poznámky

1. http://www.youtube.com/watch?v=qundvme1Tik
2. http://www.youtube.com/watch?v=wsirYCAocZk
3. http://ed-thelen.org/comp-hist/on-line-docs.html
4. http://www.columbia.edu/acis/history/index.
5. http://www.web-friend.com/help/general/pc_history.html
6. http://www.thesciencebookstore.com/compchron.asp
7. http://blogs.siliconindia.com/parthawiproit/History_of_Computer_Technology-bid-KO10ZgsH13241631.html
8. http://cs.wikipedia.org/wiki/Bellovy_laborato%C5%99e
9. http://www.youtube.com/watch?v=qundvme1Tik
10. http://www.columbia.edu/~td2177/JVAtanasoff/JVAtanasoff.html
11. http://www.youtube.com/watch?v=qundvme1Tik
12. http://www.youtube.com/watch?v=qundvme1Tik
13. http://en.wikipedia.org/wiki/Harvard_Mark_I

14. http://inventors.about.com/library/weekly/aa052198.htm
15. http://www.bitsavers.org/pdf/harvard/MarkI_operMan_1946.pdf
16. http://www.citizendia.org/Minicomputer
17.

Kapitola 77. Výrobci počítačů

Firmy, školy a ústavy které projektovali a vyráběli pčítače či jejich komponenty

77.1. Artronix

Odkazy:

- Artronix[1]
-

77.1.1. PC12

Odkazy:

- PC12 minicomputer[2]
-

77.2. Control Data Corporation

Odkazy:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Control_Data_Corporation

77.2.1. Různé

77.2.1.1. CDC display code

Odkazy:

- CDC display code[3]
-
-
-

Tabulka 77-1. CDC Display code characters (64-character character set version)

Binary	Decimal	Octal	ASCII	CDC	Name
000 000	0	00	:	:	colon
000 001	1	01	A	A	
000 010	2	02	B	B	
000 011	3	03	C	C	
000 100	4	04	D	D	
000 101	5	05	E	E	

Binary	Decimal	Octal	ASCII	CDC	Name
000 110	6	06	F	F	
000 111	7	07	G	G	
001 000	8	10	H	H	
001 001	9	11	I	I	
001 010	10	12	J	J	
001 011	11	13	K	K	
001 100	12	14	L	L	
001 101	13	15	M	M	
001 110	14	16	N	N	
001 111	15	17	0	0	
010 000	16	20	P	P	
010 001	17	21	Q	Q	
010 010	18	22	R	R	
010 011	19	23	S	S	
010 100	20	24	T	T	
010 101	21	25	U	U	
010 110	22	26	V	V	
010 111	23	27	W	W	
011 000	24	30	X	X	
011 001	25	31	Y	Y	
011 010	26	32	Z	Z	
011 011	27	33	0	0	
011 100	28	34	1	1	
011 101	29	35	2	2	
011 110	30	36	3	3	
011 111	31	37	4	4	
100 000	32	40	5	5	
100 001	33	41	6	6	
100 010	34	42	7	7	
100 011	35	43	8	8	
100 100	36	44	9	9	
100 101	37	45	+	+	
100 110	38	46	-	-	
100 111	39	47	*	*	
101 000	40	50	/	/	
101 001	41	51	(	(	
101 010	42	52	)	)	
101 011	43	53	$	$	
101 100	44	54	=	=	
101 101	45	55			blank
101 110	46	56	,	,	
101 111	47	57	.	.	

Binary	Decimal	Octal	ASCII	CDC	Name
110 000	48	60	#	≡	equiv
110 001	49	61	[	[	
110 010	50	62	]	]	
110 011	51	63	%	%	
110 100	52	64	"	≠	not eq
110 101	53	65	_	⟶	concat
110 110	54	66	!	∨	log OR
110 111	55	67	&	∧	log AND
111 000	56	70	’	↑	super
111 001	57	71	?	↓	sub
111 010	58	72	<	<	
111 011	59	73	>	>	
111 100	60	74	@	≤	
111 101	61	75	\	≥	
111 110	62	76	^	¬	NOT
111 111	63	77	;	;	

77.3. Data General

Odkazy:

- Data General[4]
-

77.3.1. Data General Nova

Odkazy:

- Data General Nova[5]
-

Populární 16-ti bitový počítač.

Obrázek 77-1. Tvar istrukcí počítače Nova

```
NO ACCUMULATOR-EFFECTIVE ADDRESS
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0   0 |OP CODE| @ | INDEX |         DISPLACEMENT          |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
                        0   0   (0;DISP)   ZERO PAGE
                        0   1   (PC+DISP)  PC RELATIVE
                        1   0   (AC2+DISP) INDEXED BY AC2
                        1   1   (AC3+DISP) INDEXED BY AC3
```

```
ONE ACCUMULATOR-EFFECTIVE ADDRESS
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 |OP CODE|  AC   | @ | INDEX |         DISPLACEMENT          |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


TWO ACCUMULATOR-MULTIPLE OPERATION
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1 |  ACS  |  ACD  |  OP CODE  |  SH   |   C   | # |   SKIP    |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


INPUT/OUTPUT
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   1   1 |  AC   |  OP CODE  |CONTROL|      DEVICE CODE      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Při nepřímém přístupu s pomocí adres 20_{OCT}-27_{OCT} je adresa v těchto slovech automaticky zvětšena o 1 (*AutoIncrement*). Při nepřímém přístupu pomocí adres 30_{OCT}-37_{OCT} je adresa v těchto slovech automaticky zmenšena o 1 (*AutoDecrement*).

77.4. Digico

*

Odkazy:

- digico working group[6]
- Section 50. Manufacturers not connected to the ICL family[7]
- Most important machines and inventions[8]

Stroje:

- Digiac [1966] — zkonstruovaný speciálně pro zpracování dat z hmotového spektrometru. První stroj byl postaven na vánoce roku 1966. Celkem bylo prodáno 19 strojů.
- Micro 16S [1968] — První univerzální počítač postavený firmou Digico. Na zakázku NRDC (National Research Development Corporation). Bez jakékoliv britské konkurence se rychle stal úspěšným.
- Micro 16P [1970] — Náhrada zastarávajícího Micro 16S.
- Micro 16V [1972] — Postavený posledními technologiemi své doby s výhledem na 10 let. Zkonstruován z integrovaných obvodů. Rovněž do té doby běžná feritová paměť byla nahrazena polovodičovou.

77.4.1. Micro 16V

* ***Attributy:*** *id="Micro16V" ents=Micro_16V*

Odkazy:

-
-

Můj odhad: Minipočítač Micro 16 je jedním z ideových dědiců PDP-8. Firma Digico inspirovaná úspěchem PDP-8 se rozhodla postavit minipočítač, kterým by konkurovala PDP-8.

Obrázek 77-2. Formáty instrukcí a dat Micro 16V

Addressing Instructions	Operation (15–12)	Address (11–0)				
Non-Addressing Instructions	**0 0 0 0** (15–12)	Function (11–0)				
Input/Output Instructions	**0 0 0 0** (15–12)	**1** (11)	Function Code (10–6)	Peripheral Cannel Number (5–0)		
Shift Instructions	**0 0 0 0** (15–12)	**0 0** (11–10)	Function Code (9–4)	Shift Required (3–0)		
Shift Instructions	**0 0 0 0** (15–12)	**0 0** (11–10)	Function Code (9–6)	(5)	NC (4)	Shift Required (3–0)

Tabulka 77-2. Přehled základních instrukcí

mnemo	binary	octal	hex	popis
	0000............	00....	0...	Instrukce bez adresy
INC y	0 001 nnn nnn nnn nnn	01nnnn	1nnn	Increment Store and Test
JPU y	0 010 nnn nnn nnn nnn	02nnnn	2nnn	Unconditional Jump
JPZ y	0 011 nnn nnn nnn nnn	03nnnn	3nnn	Jump if Zero
GET y	0 100 nnn nnn nnn nnn	04nnnn	4nnn	Get Store into Accumulator
STO y	0 101 nnn nnn nnn nnn	05nnnn	5nnn	Copy Accumulator into Store
GTI y	0 110 nnn nnn nnn nnn	06nnnn	6nnn	Indirect Get
STI y	0 111 nnn nnn nnn nnn	07nnnn	7nnn	Indirect Store
AND y	1 000 nnn nnn nnn nnn	10nnnn	8nnn	Logical AND
DEC y	1 001 nnn nnn nnn nnn	11nnnn	9nnn	Decrement Store and Test
JPS y	1 010 nnn nnn nnn nnn	12nnnn	Annn	Jump to a Subroutine
JPN y	1 011 nnn nnn nnn nnn	13nnnn	Bnnn	Jump if Negative
ADD y	1 100 nnn nnn nnn nnn	14nnnn	Cnnn	Addition
SUB y	1 101 nnn nnn nnn nnn	15nnnn	Dnnn	Subtraction
ADI y	1 110 nnn nnn nnn nnn	16nnnn	Ennn	Indirect Add
JSI y	1 111 nnn nnn nnn nnn	17nnnn	Fnnn	Indirect Jump ro a Subroutine

77.4.1.1. Sada instrukcí Micro 16V

*

Tabulka 77-3. Operační kódy instrukcí Micro 16V řazené podle operačního kódu

název instrukce	mnemo	strojový kód				popis
		bin	oc-tal	dec	hexa	
not	`NOT`	`0 000` `000 000` `000 000`	`000000`	`0`	`0000`	Do Nothing Instruction
cry	`CRY`	`0 000` `000 000` `000 001`	`000001`	`1`	`0001`	Read Carry Instruction
swb	`SWB`	`0 000` `000 000` `000 010`	`000002`	`2`	`0002`	Get Switchbank Register
hlt	`HLT`	`0 000` `000 000` `100 000`	`000040`	`32`	`0020`	Halt Instruction
fin	`FIN`	`0 000` `000 000` `111 000`	`000070`	`56`	`0038`	Forbid interrupts
cru	`CRU`	`0 000` `000 001` `000 000`	`000100`	`64`	`0040`	Unset Carry Register
cla	`CLA`	`0 000` `000 001` `010 000`	`000120`	`80`	`0050`	Zeroise Accumulator
crs	`CRS`	`0 000` `000 010` `000 000`	`000200`	`128`	`0080`	Set Carry Register
lkj	`LKJ a`	`0 000` `000 100` `000 000`	`000400`	`256`	`0100`	Link Jump
shr	`SHR c`	`0 000` `001 000` `00c ccc`	`001000`	`512`	`0200`	Shift Right
rci	`RCI c`	`0 000` `001 000` `1cc ccc`	`001040`	`544`	`0220`	Right Circulate Invert
oca	`OCA`	`0 000` `001 000` `110 000`	`001060`	`560`	`0230`	Ones Complement Accumulator

název instrukce	mnemo	strojový kód				popis
		bin	octal	dec	hexa	
tca	`TCA`	`0 000 001 000 110 001`	`001061`	`561`	`0231`	Twos Complement Accumulator
cir	`CIR c`	`0 000 001 001 0cc ccc`	`001100`	`576`	`0240`	Circulate Right
rss	`RSS c`	`0 000 001 010 ccc ccc`	`001200`	`640`	`0280`	Arithmetic Shift Right
shl	`SHL c`	`0 000 001 011 ccc ccc`	`001300`	`704`	`02c0`	Shift Left
rsc	`RSC c`	`0 000 001 100 ccc ccc`	`001400`	`768`	`0300`	Right Shift Carry
nca	`NCA`	`0 000 001 100 010 000`	`001420`	`784`	`0310`	Negate Carry Instruction
reo	`REO`	`0 000 100 000 xxx xxx`	`004000`	`2048`	`0800`	Read Character Or
rso	`RSO`	`0 000 100 001 xxx xxx`	`004100`	`2112`	`0840`	Reader OR and Reader Start
sri	`SRI`	`0 000 100 001 xxx xxx`	`004100`	`2112`	`0840`	Skip if RI not set
prt	`PRT`	`0 000 100 011 xxx xxx`	`004300`	`2240`	`08c0`	Print/Punch
eci	`ECI`	`0 000 100 100 111 111`	`004477`	`2367`	`093f`	Twos Complement Accumulator
red	`RED`	`0 000 101 000 xxx xxx`	`005000`	`2560`	`0a00`	Read Character
rst	`RST`	`0 000 101 001 xxx xxx`	`005100`	`2624`	`0a40`	Read and Reader Start
kbd	`KBD`	`0 000 101 010 xxx xxx`	`005200`	`2688`	`0a80`	Get Keyboard Character

název instrukce	mnemo	strojový kód				popis
		bin	octal	dec	hexa	
skb	`SKB`	`0 000 111 010 xxx xxx`	`007200`	`3712`	`0e80`	Skip if Keaboard not Bussy
srb	`SRB`	`0 000 111 100 xxx xxx`	`007400`	`3840`	`0f00`	Skip if Reader is not Busy
inc	`INC a`	`0 001 nnn nnn nnn nnn`	`010000`	`4096`	`1000`	Increment Store and Test
jpu	`JPU a`	`0 010 nnn nnn nnn nnn`	`020000`	`8192`	`2000`	Unconditional Jump
jpz	`JPZ a`	`0 011 nnn nnn nnn nnn`	`030000`	`12288`	`3000`	Jump if Zero
get	`GET a`	`0 100 nnn nnn nnn nnn`	`040000`	`16384`	`4000`	Get
sto	`STO a`	`0 101 nnn nnn nnn nnn`	`050000`	`20480`	`5000`	Copy Accumulator into Store
gti	`GTI a`	`0 110 nnn nnn nnn nnn`	`060000`	`24576`	`6000`	Indirect Get
sti	`STI a`	`0 111 nnn nnn nnn nnn`	`070000`	`28672`	`7000`	Indirect Store
and	`AND a`	`1 000 nnn nnn nnn nnn`	`100000`	`32768`	`8000`	Logical AND
dec	`DEC a`	`1 001 nnn nnn nnn nnn`	`110000`	`36864`	`9000`	Decrement Store and Test
jps	`JPS a`	`1 010 nnn nnn nnn nnn`	`120000`	`40960`	`a000`	Jump to a Subroutine
jpn	`JPN a`	`1 011 nnn nnn nnn nnn`	`130000`	`45056`	`b000`	Jump if Negative
add	`ADD a`	`1 100 nnn nnn nnn nnn`	`140000`	`49152`	`c000`	Addition

název instrukce	mnemo	strojový kód				popis
		bin	octal	dec	hexa	
sub	`SUB a`	`1 101 nnn nnn nnn nnn`	`150000`	`53248`	`d000`	Subtraction
adi	`ADI a`	`1 110 nnn nnn nnn nnn`	`160000`	`57344`	`e000`	Indirect Add
jsi	`JSI a`	`1 111 nnn nnn nnn nnn`	`170000`	`61440`	`f000`	Indirect Jump to a Subroutine

ADD

Jméno

`ADD` — Addition

Přehled

`ADD addr`

Popis

Instrukce přičte ke střadači obsah paměti určené adresními bity instrukčního slova. Překročí-li výsledek velikost slova, je nastaven příznak přenosu C.

ACC + Mem[addr] ⟶ C,ACC

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
ADD a	`1 100 nnn nnn nnn nnn`	`140000`	`c000`

Odkazy

Související instrukce: ADI, GET, SUB.

- *micro16V computer manual*, strana 9

ADI

Jméno

`ADI` — Indirect Add

Přehled

`ADI addr`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
ADI a	`1 110 nnn nnn nnn nnn`	`160000`	`e000`

Odkazy

Související instrukce: ADD, GTI, STI.

-
-

AND

Jméno

`AND` — Logical AND

Přehled

`AND addr`

Popis

Instrukce spočte logický součin (AND) obsahu střadače ACC a paměti. Výsledek uloží do střadače.

ACC $\wedge$ Mem[addr] $\longrightarrow$ ACC

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
AND a	`1 000 nnn nnn nnn nnn`	`100000`	`8000`

Odkazy

Související instrukce: ADD.

- *micro16V computer manual*, strana 10

CIR

Jméno

`CIR` — Circulate Right

Přehled

`CIR c`

Popis

Obsah střadače A je rotován do prava. Nejnižší bit b0 je přemístněn na místo bitu nejvyššího b15.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
CIR c	`0 000 001 001 0cc ccc`	`001100`	`0240`

Odkazy

Související instrukce: RCI, RSC, RSS, SHL, SHR.

•
•

CLA

Jméno

`CLA` — Zeroise Accumulator

Přehled

```
CLA
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
CLA	0 000 000 001 010 000	000120	0050

Odkazy

Související instrukce: SHR.

•
•

CRS

Jméno

`CRS` — Set Carry Register

Přehled

```
CRS
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
CRS	0 000 000 010 000 000	000200	0080

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

CRU

Jméno

`CRU` — Unset Carry Register

Přehled

```
CRU
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
CRU	0 000 000 001 000 000	000100	0040

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

CRY

Jméno

`CRY` — Read Carry Instruction

Přehled

`CRY`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
CRY	`0 000 000 000 000 001`	`000001`	`0001`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

DEC

Jméno

`DEC` — Decrement Store and Test

Přehled

```
DEC addr
```

Popis

Instrukce zmenší obsah paměti na adrese daní bity 11-0 instrukčního slova o jedničku. Je-li výsledek 0, přeskočí se následující instrukce.

Mem[addr] -1 ⟶ Mem[addr]; If Mem[addr]=0 then P+1 ⟶P

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
DEC a	`1 001 nnn nnn nnn nnn`	`110000`	`9000`

Odkazy

Související instrukce: INC, SUB.

- *micro16V computer manual*, strana 10

ECI

Jméno

`ECI` — Enable Clock Interrupts

Přehled

```
ECI
```

Popis

Je spuštěn časovač a povoleno přerušení od časovače. První přerušení následuje 10ms po vykonání instrukce ECI.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
ECI	`0 000 100 100 111 111`	`004477`	`093f`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

FIN

Jméno

`FIN` — Forbid interrupts

Přehled

```
FIN
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
FIN	`0 000 000 000 111 000`	`000070`	`0038`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

GET

Jméno

`GET` — Get Store into Accumulator

Přehled

`GET addr`

Popis

Instrukce naplní střadač ACC obsahem paměti na adrese uvedenou v bitech 11-0 instrukčního slova. Horní bity adresy se doplní z registru aktuální stránky.

`Mem[addr] ⟶ ACC`

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
GET a	`0 100 nnn nnn nnn nnn`	`040000`	`4000`

Odkazy

Související instrukce: GTI, STO, STI.

- *micro16V computer manual*, strana 9

GTI

Jméno

`GTI` — Indirect Get

Přehled

`GTI addr`

Popis

`Mem[Mem[addr]] ⟶ A`

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
GTI a	0 110 nnn nnn nnn nnn	060000	6000

Odkazy

Související instrukce: LDX.

-
-

HLT

Jméno

`HLT` — Halt Instruction

Přehled

`HLT`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
HLT	0 000 000 000 100 000	000040	0020

Odkazy

Související instrukce: SHR.

•
•

INC

Jméno

`INC` — Increment Store and Test

Přehled

```
INC addr
```

Popis

Instrukce zvětší obsah paměti na adrese určené v bitech 11-0 instrukčního slova. Je-li výsledné číslo 0, přeskočí se následující instrukce.

```
Mem[addr] +1 ⟶ Mem[addr]; If Mem[addr]=0 then P+1 ⟶P
```

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
INC a	0 001 nnn nnn nnn nnn	010000	1000

Odkazy

Související instrukce: ADD, DEC.

- *micro16V computer manual*, strana 10

JPN

Jméno

`JPN` — Jump if Negative

Přehled

```
JPN addr
```

Popis

addr ⟶ $P_{11:0}$

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
JPN a	1 011 nnn nnn nnn nnn	130000	b000

Odkazy

Související instrukce: JPU, JPZ.

-
-

JPS

Jméno

`JPS` — Jump to a Subroutine

Přehled

```
JPS addr
```

Popis

Registr P je zvětšen o 1 takže ukzauje na následující instrukci za JPS. Poté je jeho obsah uložen na adresu zadanou v instrukci. Zde slouží jako návratová adresa pro návrat z podporgramu. Poté je do registru P zavedena adresa o jedničku větší než je adresa v instrukci. Pokračuje se instrukcí na kterou ukazuje P.

P+1 ⟶ P

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
JPS a	1 010 nnn nnn nnn nnn	120000	a000

Ukázky

```
        ; Hlavní program
        JPS Q


Q-1:    LKJ             ; Instrukce umístněná těsně před návratovou adresu.
Q:      ; návratová adresa
        ; tělo podprogramu
 JPU Q-1         ; Návrat z podprogramu skokem na instrukci LKJ.
```

Odkazy

Související instrukce: JPU, JPZ.

-
-

JPU

Jméno

`JPU` — Unconditional Jump

Přehled

`JPU addr`

Popis

addr ⟶ $P_{11:0}$

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
JPU a	`0 010 nnn nnn nnn nnn`	`020000`	`2000`

Odkazy

Související instrukce: ADI, STI, STO.

-
-

JPZ

Jméno

`JPZ` — Jump if Zero

Přehled

`JPZ addr`

Popis

`addr` $\longrightarrow$ $P_{11:0}$

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
JPZ a	`0 011 nnn nnn nnn nnn`	`030000`	`3000`

Odkazy

Související instrukce: ADI, STI, STO.

-
-

JSI

Jméno

`JSI` — Jump to a Subroutine

Přehled

```
JSI addr
```

Popis

Registr P je zvětšen o 1 takže ukzauje na následující instrukci za JPS. Poté je jeho obsah uložen .... Zde slouží jako návratová adresa pro návrat z podporgramu. Poté je do registru P zavedena adresa o jedničku větší než je adresa v instrukci. Pokračuje se instrukcí na kterou ukazuje P.

P+1 ⟶ P

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
JSI a	1 111 nnn nnn nnn nnn	170000	f000

Ukázky

```
        ; Hlavní program
P:      JSI Q
 .
 .
 .
Q:      adresa R


        LKJ             ; Instrukce umístněná těsně před návratovou adresu.
R:      ; návratová adresa P+1
        ; tělo podprogramu
 JPU R-1         ; Návrat z podprogramu skokem na instrukci LKJ.
```

Odkazy

Související instrukce: JPU, JPZ.

-
-

KBD

Jméno

KBD — Get Keyboard Character

Přehled

KBD

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
KBD	0 000 101 010 xxx xxx	005200	0a80

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

LKJ

Jméno

LKJ — Link Jump

Přehled

LKJ

Popis

Registr P je naplněn adresou ze slova následujícího instrukci LKJ. Jinstrukce slouží jako skok na libovolnou adresu v paměti.

Mem[P+1] ⟶ P

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
LKJ a	`0 000 000 100 000 000`	`000400`	`0100`

Odkazy

Související instrukce: JPS, JSI.

-
-

NCA

Jméno

`NCA` — Negate Carry Instruction

Přehled

NCA

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
NCA	0 000 001 100 010 000	001420	0310

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

NOT

Jméno

`NOT` — Do Nothing Instruction

Přehled

`NOT`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
NOT	0 000 000 000 000 000	000000	0000

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

OCA

Jméno

`OCA` — Ones Complement Accumulator

Přehled

`OCA`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
OCA	`0 000 001 000 110 000`	`001060`	`0230`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

PRT

Jméno

`PRT` — Print/Punch

Přehled

`PRT`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
PRT	0 000 100 011 xxx xxx	004300	08c0

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

RCI

Jméno

`RCI` — Right Circulate Invert

Přehled

`RCI c`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RCI c	0 000 001 000 1cc ccc	001040	0220

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

RED

Jméno

`RED` — Read Character

Přehled

`RED`

Popis

Akumulátro je promazán a do jeho bitů 0-7 je nahrán znak z konzoly. Rovněž je smazán příznak RI.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RED	`0 000 101 000 xxx xxx`	`005000`	`0a00`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

REO

Jméno

`REO` — Read Character Or

Přehled

`REO`

Popis

Do akumulátoru je uložen logický součet akumulátoru a 8-mi bitů z konzoly. Rovněž je smazán příznak RI.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
REO	`0 000 100 000 xxx xxx`	`004000`	`0800`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

RSC

Jméno

`RSC` — Right Shift Carry

Přehled

```
RSC c
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RSC c	`0 000 001 100 ccc ccc`	`001400`	`0300`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-

•

RSO

Jméno

`RSO` — Reader OR and Reader Start

Přehled

`RSO`

Popis

... Rovněž je smazán příznak RI. Poté je spuštěna čtecí operace konzoly.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RSO	`0 000 100 001 xxx xxx`	`004100`	`0840`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

•
•

RSS

Jméno

`RSS` — Arithmetic Shift Right

Přehled

RSS c

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RSS c	0 000 001 010 ccc ccc	001200	0280

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

RST

Jméno

RST — Read and Reader Start

Přehled

RST

Popis

Akumulátor je promazána do jeho dolních 8-mi bitů načten znak z konzoly. Rovněž je smazán příznak RI. Poté je spuštěna čtecí operace konzoly.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
RST	0 000 101 001 xxx xxx	005100	0a40

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

SHL

Jméno

`SHL` — Shift Left

Přehled

```
SHL c
```

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SHL c	0 000 001 011 ccc ccc	001300	02c0

Odkazy

Související instrukce: JPS, JSI.

-
-

SHR

Jméno

`SHR` — Shift Right

Přehled

`SHR c`

Popis

Instrukce posouvá bity střadače do prava. Nejméně významný bit střadače je vždy zahazován. Nejývznamnější bit střadače se plní nulou.

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SHR c	`0 000 001 000 00c ccc`	`0010cc`	`0200`

Odkazy

Související instrukce: JPS, JSI.

-
-

SKB

Jméno

`SKB` — Skip if Keaboard not Bussy

Přehled

`SKB`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SKB	`0 000 111 010 xxx xxx`	`007200`	`0e80`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

SRB

Jméno

`SRB` — Skip if Reader is not Busy

Přehled

`SRB`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SRB	`0 000 111 100 xxx xxx`	`007400`	`0f00`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

SRI

Jméno

`SRI` — Skip if RI not set

Přehled

`SRI`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SRI	`0 000 100 001 xxx xxx`	`004100`	`0840`

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

STI

Jméno

`STI` — Indirect Store

Přehled

`STI addr`

Popis

`A` ⟶ `Mem[Mem[addr]]`

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
STI a	`0 111 nnn nnn nnn nnn`	`070000`	`7000`

Odkazy

Související instrukce: ADI, STI, STO.

-
-

STO

Jméno

`STO` — Copy Accumulator into Store

Přehled

`STO addr`

Popis

Anstrukce uloží obsah střadače ACC na adresu danou bity 11-0 instrukce.

```
ACC ⟶ Mem[addr]
```

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
STO a	`0 101 nnn nnn nnn nnn`	`050000`	`5000`

Odkazy

Související instrukce: GET, GTI, STI.

- *micro16V computer manual*, strana 9

SUB

Jméno

`SUB` — Subtraction

Přehled

`SUB addr`

Popis

Instrukce odečet obsah paměti určené adresními bity instrukčního slova od střadače, a výsledek uloží ve střadači. Dojde-li k podtečení, je nastaven příznak C.

ACC - Mem[addr] ⟶ C,ACC

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SUB a	`1 101 nnn nnn nnn nnn`	`150000`	`d000`

Odkazy

Související instrukce: ADD, GET, STO.

- *micro16V computer manual*, strana 9

SWB

Jméno

`SWB` — Get Switchbank Register

Přehled

`SWB`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
SWB	0 000 000 000 000 010	000002	0002

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

TCA

Jméno

`TCA` — Twos Complement Accumulator

Přehled

`TCA`

Popis

mnemo	kód		
	binary	octal	hex
TCA	0 000 001 000 110 001	001061	0231

Odkazy

Související instrukce: SHR.

-
-

77.5. Digital Equipment Corporation

Odkazy:

- Digital Equipment Corporation[9]
- dokumenty o počítačích firmy DEC[10] na bitsavers.org
- architecture18b.pdf[11]
- PDP-8 Frequently Asked Questions (posted every other month)[12]
- GBell's CyberMuseum for Digital Equipment Corp (DEC): Documents, Photo Albums, Talks, and Videotapes about Computing History[13]

Tabulka 77-4. Stručný přehled modelů PDP firmy Digital

počítač	arch.	datum	prodáno	adresa	popis
PDP-1	18 bit	1960, listopad	50		
PDP-2	24				Never built? Prototype only?
PDP-3	36				One built by a customer, not by DEC
PDP-4	18 bit	1962, červenec	45	13	Předchůdce PDP-7
PDP-5	12 bit	1963		12	Předchůdce PDP-8
PDP-6	36 bit	1964	23	18	Většina postavena pro MIT.
PDP-7	18 bit	1964, prosinec	120	13	Široce používaný pro řízení v reálném čase
PDP-8	12 bit	1965	~50 000	12	Následník PDP-5
PDP-9	18 bit	1966, srpen	445	13	Upgrade PDP-7
PDP-10	36 bit	1967	~700	18	Následník PDP-6, prodávaný také pod označením DECSYSTEM-20
PDP-11	16 bit	1970	>600 000	16	První a jediný 16-ti bitový počítač fy DEC
PDP-12	12 bit			12	PDP-8 + LINC
PDP-13					13 nosí smůlu, toto značení nebylo nikdy použito
PDP-14					Programovatelný řadič s pamětí programu ROM
PDP-15	18 bit	1970, květen	790		TTL upgrade PDP-9
PDP-16	8/16	1972		9	A register-transfer module system.
PDP-X	16 bit				Prototyp. Jeden z kandidátů na PDP-11.

77.5.1. 18-ti bitová architektura

První počítač, který ve firmě DEC vznikl byl PDP-1. Byl to současně první čeln 18-ti bitové rodiny počítačů. Jeho následníci přinesli další vylepšení ale základní koncept zůstal.

Rodina 18-ti bitových počítačů začíná úplně prvním postaveným počítačem PDP-1 a pokračuje počítači PDP-4, PDP-7, PDP-9 a PDP-15.

Obrázek 77-3. Základní instrukční slovo PDP-1

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        op         |in |                      address                  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 77-4. Základní instrukční slovo PDP-4

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|      op       |in |                          address                  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 77-5. Základní instrukční slovo PDP-15

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|    op     |in | x |                          address                  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

77.5.1.1. PDP-1

*

Tabulka 77-5. Přehled instrukcí PDP-1

Mnemo	Code	us	popis
	00		
and Y	02	10	
ior Y	04		
xor Y	06		
xct Y	10		
	12		
	14		
cal	16	10	
jda	17	10	
lac Y	20		
lio Y	22		
dac Y	24	10	
dap Y	26	10	
dip Y	30	10	
dio Y	32	10	
dzm Y	34		
	36		
add Y	40	10	

Mnemo	Code	us	popis
sub Y	42		
idx Y	44		
isp Y	46		
sad Y	50		
sas Y	52		
mus Y	54		
dis Y	56	10	
jmp Y	60		
jsp Y	62		
skp	64		
shift	66		
law N	70		
law -N	71		
iot	72		
	74		
opr	76		

77.5.1.2. PDP-4

*

Fakta:

- Operační paměť má velikost 1024, 4096 nebo 8192 slov.
-
-

Obrázek 77-6. Registry PDP-4

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                                   |  MA
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                                                       |  MB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                                   |  PC
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                                                       |  AC
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

+---+
|   | L
+---+
```

Tabulka 77-6. Přehled instrukcí PDP-4

Mnemo	Code	us	popis
cal Y	00	16	Call Subroutine
dac Y	04	16	Deposit AC
jms Y	10	16	Jump to subroutine
dzm Y	14	16	
lac Y	20	16	Load AC
xor Y	24	16	Exclusive OR: AC $\vee$ Y $\longrightarrow$ AC
add Y	30	16	
tad Y	34	16	
xct Y	40	8+	Execute
isz Y	44	16	Index and skip if zero
and Y	50	16	AND
sad Y	54	16	Skip if AC and Y differ
jmp Y	60	8	Jump
	64		
iot	70		
opr	74		
law N	76	8	

77.5.1.3. PDP-7

*

Obrázek 77-7. PDP-7 Operate Group 1

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1   1 | 0 |CLA|CLL|   |SKP|           |HLT|       |OAS|CML|CMA|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                           | 0 |                   |RAR|RAL|           |
|                           | 1 |                   |RTR|RTL|           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                               | 0 |SNL|SZA|SMA|                       |
|                               | 1 |SZL|SNA|SPA|                       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 77-8. PDP-7 Operate Group 2 (LAW)

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1   1   1 | 1 |                      adresa                       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 77-7. Přehled instrukcí PDP-7

Mnemo	Code	cycl	popis
cal Y	00	2	Call Subroutine
dac Y	04	2	Deposit AC
jms Y	10	2	Jump to subroutine
dzm Y	14	2	Deposit zero in memory.
lac Y	20	2	Load AC
xor Y	24	2	Exclusive OR: AC xor Y $\longrightarrow$ AC
add Y	30	2	Add (1's complement)
tad Y	34	2	Two's complement add.
xct Y	40	1+	Execute
isz Y	44	2	Increment and skip if zero
and Y	50	2	AND
sad Y	54	2	Skip if AC and Y differ
jmp Y	60	1	Jump
	64		
iot	70		
opr	74		
law N	76	8	

77.5.2. 12-ti bitová rodina

Odkazy:

- pdp8.hachti.de[14]
-

První z této rodiny byl PDP-5. Konstrukce tohoto počítače byla inspirována počítači CDC-160 a LINC. Tyto stroje mají 12-ti bitové slovo, adresují obvykle 4K slov paměti a mají jednudouchý ale silný soubor instrukcí. V době svého uvedení na trh to byl nejlevnější dostupný počítač.

Další charakteristickou vlastností této rodiny počítačů je použití jednoho 12-ti bitového střadače a jednobitového registru kam se ukládá 13-tý bit při sčítání. Programátorem použitelné registry jsou:

Tabulka 77-8. Registry PDP-5, PDP-8

registr	použití
PC	12-ti bitový registr, ukazatel instrukcí.
AC	12-ti bitový střadač
L	link bit, 13-tý bit střadače

Velmi jednoduchý formát instrukčního slova umožňoval použití jen 8-mi instrukcí a 4 adresních módů.

Obrázek 77-9. Tvar instrukčního slova PDP-5 a PDP-8

```
 0 1 2 3 4 5           11
 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
|     | | |             |
|  op |i|z|    addr     |

op   - the opcode.
i    - the indirect bit (0 = direct, 1 = indirect).
z    - the page bit (0 = page zero, 1 = current page).
addr - the word in page.
```

Tabulka 77-9. Základní instrukce PDP-5, PDP-8

kód	mnemo	popis
000	AND	bitový operace AND mezi operandem a střadačem
001	TAD	operand je přičten ke střadači
010	ISZ	zvetšení operandu o 1 a přeskočení následující instrukce je-li výsledek 0
011	DCA	uloži obsah střadače do paměti a střadač vymaže
100	JMS	skok do podprogramu
101	JMP	skok
110	IOT	vstupní a výstupní instrukce
111	OPR	mikrokódované operace

Další vlastností je automatické zvetšení hodnoty v paměti na adresách 0010_{OCT} až 0017_{OCT} pokud jsou použity při nepřímém adresování. K tomuto zvětšení hodnoty dochází před použitím jejich hodnoty.

Tabulka 77-10. Modely PDP-8

model	výroba	prodáno	cena	technologie	poznámka
PDP-5	1963-67	116		Transistor	
PDP-8	1965-69	1450	$18,500	Transistor	
LINC-8	1966-69	142	$38,500	Transistor	
PDP-8/S	1966-70	1024	$10,000	Transistor	velmi pomalý
PDP-8/I	1968-71	3698	$12,800	TTL	
PDP-8/L	1968-71	3902	$8,500	TTL	Ořezaný 8/I
PDP-12	1969-73?	3500?	$27,900	TTL	LINC-8 + PDP-8
PDP-8/E	1970-78	>10,000	$6,500	TTL MSI Omnibus	
PDP-8/F	1972-78?	>10,000	<$5,000	TTL MSI Omnibus	založen na 8/E CPU
PDP-8/M	1972-78?	>10,000	<$5,000	TTL MSI Omnibus	OEM verze 8/F
PDP-8/A	1975-84?	>10,000	$1,317	TTL MSI Omnibus	nový CPU nebo 8/E CPU
VT78	1978-80		$7,995	Intersil 6100	pracovní stanice

model	výroba	prodáno	cena	technologie	poznámka
DECmate I	1980-1984			Harris 6120	pracovní stanice
DECmate II	1982-1986		$1,435	Harris 6120	pracovní stanice
DECmate III	1984-1990		$2,695	Harris 6120	pracovní stanice
DECmate III+	1985-1990			Harris 6120	pracovní stanice

Tabulka 77-11. Modely kompatibilní od jiných výrobců

model	výroba	výrobce, poznámka
TPA1001	1969	Hungarian, KFKI, tranzistorový
TPA1001/i	1971	Hungarian, KFKI, IC verze TPA1001
TPA/i	1971	Hungarian, KFKI, přejmenovaný TPA1001/i
TPA/l	197?	Hungarian, KFKI, rozšířený TPA/i
TPAl/128H	197?	Hungarian, KFKI, TPA/l s 128K paměti
TPA/s	197?	Hungarian, KFKI, založen na čipu Intersil
TPA Quadro	198?	Hungarian, KFKI, porovnatelný s DECmate
Electronica-100	?	Ruský, tranzistorový
Electronica-100I	?	Ruský, pravděpodobně klon PDP-8/I
Electrotechnica-100I	?	Jugoslávský, pravděpodobně klon PDP-8/I
Saratov-2	?	Ruský, postaven jako PDP-8/M
SPEAR u-LINC 100	?	SPEARm Inc, Waltham Mass (klon LINC)
SPEAR u-LINC 300	?	SPEARm Inc, Waltham Mass (klon LINC)
DCC-112	1970	Digital Computer Controls, klon PDP-8/L
DCC-112H	1971	Digital Computer Controls
MPS-1	1974	Fabritek, klon PDP-8/L
MP-12	1974	Fabritek, jiné značení pro MPS-1
6100 Sampler	1976?	Intersil, IM6100 kit
Intercept I	197?	Intersil, založen na IM6100
Intercept Jr	197?	Intersil, založen na IM6100
TLF MINI-12	1977	Založen na IM6100
PCM-12	197?	Pacific CyberMetrix, založen na Intercep bus
PCM-12A	1977	Pacific CyberMetrix, PCM-12 taktovaný na 4MHz
SBC-8	1984-88	CESI, založen na IM6120? SCSI bus

Bližší informace o tomto počítači jsou v kapitole PDP-8

77.5.3. PDP-11

Odkazy:

- PDP-11[15] na Wikipedii

- PDP-11 a SMEP: Systém Malých Elektronických Počítačů[16]
- PDP-11 FAQ[17]
- Computer Organization and (PDP-11) Programming[18] by Donald Fisk
-
-
-

Minipočítač PDP-11 patří mezi nejúspěšnější počítače z rodiny PDP firmy DEC. Je to první model s klasickou 8-mi/16-ti bitovou strukturou. Paměť je organizována po 8-mi bitových bajtech a je adresována 16-ti bitovými slovy. Minipočítač se vyznačuje velmi úlhednou a pravoúhlou sadou instrukcí. Je to počítač na kterém byl naprogramován první UNIX.

77.5.3.1. Instrukční sada PDP-11

Odkazy:

- What is the PDP-11 instruction set?[19]
- PDP-11 Processor Handbook[20]
-
-

77.5.3.1.1. Operandy instrukcí

V řadě případů je operand instrukce specifikován 3-mi nebo 6-ti bity. Pokud je jen tříbitový, jedná se o registr. Pokud je 6-ti bitový, jedná se o informaci adresním módu a registr.

```
+---+---+---+---+---+---+
|   Mode    |    Reg    |
+---+---+---+---+---+---+
```

V poli Reg je číslo registru. Registry jsou číslovány od R0 až do R7. Registr R7 má zvláštní postavení mezi registry, je to čítač instrukcí PC, je to tedy ukazatel do paměti na další instrukci.

Mode	Name	Syntax	Effect
000	Register	Rn	op≡Rn
001	Register Deferred	(Rn)	op≡mem[Rn]
010	Autoincrement	(Rn)+	op≡mem[Rn]; inc Rn
011	Autoincrement Deferred	@(Rn)+	op≡mem[mem[Rn]]; inc Rn
100	Autodecrement	-(Rn)	dec Rn; op≡mem[Rn]
101	Autodecrement Deferred	@-(R)	dec Rn; op=mem[mem[Rn]]
110	Index	x(Rn)	x=mem[PC]; inc PC; op=mem[x+Rn]
111	Index Deferred	@x(Rn)	x=mem[PC] inc PC; op≡mem[mem[x+Rn]]

Ponechání čítače instrukcí mezi běžnými registry nám poskytuje další adresní módy. Není třeba zavádět nové operace, protože žádaného výsledku dosáhneme použitím vybraného adresního módu společně s registrem R7. Pro tato použití je zavedena nová syntaxe.

Pokud potřebujeme načíst do vybraného registru, například R0 přímou hodnotu, zapíšeme to

```
MOV 23,R0
```

Tato instrukce zabírá v programu dvě slova a jedná se vlastně o použití registru R7 s autoinkrementací (mód 010).

```
MOV (R7)+, R0
DW 23
NOP
```

Technicky to znamená že se přečtě obsah slova na adrese kam ukazuje R7, což je slovo následující za aktuální instrukcí MOV. Tento obsah se uloží do registru R0. Poté se R7 zvětší o 2 což zajistí že bude ukazovat na instrukci nacházející se za přečteným literálním slovem, tedy na instrukci NOP.

Mode	Name	Syntax	Effect
010	Immediate	#n	op≡mem[PC]; inc PC
011	Absolute	@#n	op≡mem[mem[PC]]; inc PC
110	Relative	n	x=mem[PC]; inc PC; op≡mem[x+PC]
111	Relative Deferred	@n	x=mem[PC]; inc PC; op=mem[mem[x+PC]]

Procesor nemá mezi registry žádný zásobníkový ukazatel. Ono ho ani není třeba. Jako zásobník se dá totiž vzhledem k bohatým adresním módům použit libovolný registr. Bývá zvykem jako zásobník používat rgeistr R6. Operace PUSH a POP nad zásobníkem se dají zapsata takto:

```
; PUSH R0
MOV R0,-(R6)
; POP R1
MOV (R6)+, R1
```

Instrukce návratu z podprogramu se pak dá zapsat takto:

```
; RETURN
MOV (R6)+, R7
```

77.5.3.1.2. Dvouoperandové instrukce

```
 15  14  13  12  11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| b |  Opcode   |        Source         |      Destination      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Bit 15 specifikuje velikost operandů. Má-li hodnotu 0, pak se jedná o operandy velikosti slova (16 bitů). Má-li hodnotu 1, pak se jedná o operandy velikost bytu (8 bitů).

Opcode	Popis
b 000	Jiné než dvouoperandové instrukce
b 001 ssssss dddddd	MOV/MOVB
b 010 ssssss dddddd	CMP/CMPB
b 011 ssssss dddddd	BIT/BITB
b 100 ssssss dddddd	BIC/BICB
b 101 ssssss dddddd	BIS/BISB
b 110 ssssss dddddd	ADD(b=?)/SUB(b=?)

Opcode	Popis
b 111	Další artimetické funkce

77.5.3.1.3. Jednooperandové instrukce

```
 15  14  13  12  11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| b | 0   0   0 |      Instruction      |      Destination      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Bit 15 (b) má stejný význam jako u dvouoperandových instrukcí.

Instrukce	
0 000 000 000 000 000	HALT
0 000 000 000 000 001	WAIT
0 000 000 000 000 010	RTI
0 000 000 000 000 011	BPT
0 000 000 000 000 100	IOT
0 000 000 000 000 101	RESET
0 000 000 000 000 110	RTT
0 000 000 000 000 111	nepoužito
0 000 000 000	
0 000 000 000 111 111	
0 000 000 001 ddd ddd	JMP
0 000 000 010 000 rrr	RTS
0 000 000 010 001 000	nepoužito
0 000 000 010 010 ...	
0 000 000 010 010 111	
0 000 000 010 011 nnn	SPL
0 000 000 010 100 000	NOP
0 000 000 010 100 001	condition codes
0 000 000 010 1.. ...	
0 000 000 010 111 111	
b 000 000 011 dddddd	SWAB/BPL
b 000 101 000 dddddd	CLR/CLRB
b 000 101 001 dddddd	COM/COMB
b 000 010 010 dddddd	INC/INCB
b 000 101 011 dddddd	DEC/DECB
b 000 101 100 dddddd	NEG/NEGB
b 000 101 101 dddddd	ADC/ADCB
b 000 101 110 dddddd	SBC/SBCB

Instrukce	
b 000 101 111 dddddd	TST/TSTB
b 000 110 000 dddddd	ROR/RORB
b 000 110 001 dddddd	ROL/ROLB
b 000 110 010 dddddd	ASR/ASRB
b 000 110 011 dddddd	ASL/ASLB
b 000 110 100 dddddd	MARK/MPTS
b 000 110 101 dddddd	MPFI/MPFD
b 000 110 110 dddddd	MTPI/MTPD
b 000 110 111 dddddd	SXT/MFPS
0 000 000 1dd dddddd	BR
0 000 001 0dd dddddd	BNE
0 000 001 1dd dddddd	BEQ
0 000 010 0dd dddddd	BGE
0 000 010 1dd dddddd	BLT
0 000 011 0dd dddddd	BGT
0 000 011 1dd dddddd	BLE
1 000 000 0dd dddddd	BPL
1 000 000 1dd dddddd	BMI
1 000 001 0dd dddddd	BHI
1 000 001 1dd dddddd	BLOS
1 000 010 0dd dddddd	BVC
1 000 010 1dd dddddd	BVS
1 000 011 0dd dddddd	BCC≡BHIS
1 000 011 1dd dddddd	BVS≡BLO

77.5.3.1.4. Rozšířená sada instrukcí EIS

Rozšířená sada instrukcí používá operační kódy začínající `0 111`. Rozšířená sada obsahuje instrukce: MUL, DIV, ASH, ASHC, XOR

77.5.3.1.5. Přehled instrukcí podle operačního kódu

Tabulka 77-12. Operační kódy instrukcí PDP-11

`0 000 000 000 000 000`	`HALT`		
`0 000 000 011 dddddd`	`SWAB`		
`0 000 101 000 dddddd`	`CLR`		
`0 000 101 001 dddddd`	`COM`		
`0 000 101 010 dddddd`	`INC`		
`0 000 101 011 dddddd`	`DEC`		
`0 000 101 100 dddddd`	`NEG`		

0 000 101 111 dddddd	TST		
0 000 110 000 dddddd	ROR		
0 000 110 001 dddddd	ROL		
0 000 110 010 dddddd	ASR		
0 000 110 011 dddddd	ASL		
0 001 ssssss dddddd	MOV		
0 010 ssssss dddddd	CMP		
0 011 ssssss dddddd	BIT		
0 100 ssssss dddddd	BIC		
0 101 ssssss dddddd	BIS		
0 110 ssssss dddddd	ADD		
0 111 000 rrr ssssss	MUL		
0 111 001 rrr ssssss	DIV		
0 111 010 rrr ssssss	ASH		
0 111 011 rrr ssssss	ASHC		
0 111 100 rrr dddddd	XOR		
1 000 101 000 dddddd	CLRB		
1 000 101 001 dddddd	COMB		
1 000 101 010 dddddd	INCB		
1 000 101 011 dddddd	DECB		
1 000 101 100 dddddd	NEGB		
1 000 101 111 dddddd	TSTB		
1 000 110 000 dddddd	RORB		
1 000 110 001 dddddd	ROLB		
1 000 110 010 dddddd	ASRB		
1 000 110 011 dddddd	ASLB		
1 001 ssssss dddddd	MOVB		
1 010 ssssss dddddd	CMPB		
1 011 ssssss dddddd	BITB		
1 100 ssssss dddddd	BICB		
1 101 ssssss dddddd	BISB		
1 110 ssssss dddddd	SUB		

77.5.3.1.6. Abecední seznam instrukcí

ADD

Jméno

`ADD` — Hodnota zdrojového operandu je přičtěna k cílovému operandu

Přehled

ADD *src*, *dst*

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

ADD	0 110 ssssss dddddd

Ukázky

Odkazy

Podobné instrukce: SUB.

ASH

Jméno

`ASH` — Aritmetický posun doprava nebo doleva o více pozic

Přehled

ASH *src*, *R*

Obsah registru je posunut o počet bitů určený zdrojovým operandem. Ze zdrojového operandu se bere jen spodních 6 bitů a považuje se za čísla od -32 do +31. Záporná čísla způsobují posuv doprava, kladná doleva.

N	Z	V	C
*	*	0	*

Popis

ASH	0 111 010 rrr ssssss

Ukázky

```
        ASH R3, R0      ; Obsah R0 je posunut o R3 míst.
```

Odkazy

Podobné instrukce: ASHC, ASL, ASR.

ASHC

Jméno

`ASHC` — Aritmetický posun 32 bitového čísla doprava nebo doleva o více pozic

Přehled

ASHC *src*, *R*

Obsah registru R_n a R_{n+1} je posunut o počet bitů určený zdrojovým operandem. Ze zdrojového operandu se bere jen spodních 6 bitů a považuje se za čísla od -32 do +31. Záporná čísla způsobují posuv doprava, kladná doleva.

N	Z	V	C
*	*	0	*

Popis

ASHC	0 111 011 rrr ssssss

Odkazy

Podobné instrukce: ASH, ASL, ASR.

ASL

Jméno

`ASL, ASLB` — Aritmetický posun doleva

Přehled

`ASL` *`dst`*

`ASLB` *`dst`*

Všechny bity cílového operandu jsou posunuty o jedno místo doleva. Nejnižší bit je naplněn nulou a obsah nejvyššího bitu se přenáší do C.

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

ASL	0 000 110 011 dddddd
ASLB	1 000 110 011 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ASR, ASRB, ROL, ROLB.

ASR

Jméno

`ASR, ASRB` — Aritmetický posun doprava

Přehled

`ASR` *`dst`*

`ASRB` *`dst`*

Všechny bity cílového operandu jsou posunuty o jedno místo doprava. Obsah nejnižšího bitu je přenesen do C. Obsah znaménkového bitu (nejvyššího) se nemění.

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

ASR	0 000 110 010 dddddd
ASRB	1 000 110 010 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ASL, ASLB, ROR, RORB, SWAB.

BIC

Jméno

`BIC, BICB` — Nulování bitů v operandu

Přehled

`BIC` *`src, dst`*

`BICB` *`src, dst`*

V cílovém operandu jsou vynulovány bity, které jsou nastaveny v operandu zdrojovém. Zdrojový operand slouží jako bitová maska.

Popis

BIC	0 100 ssssss dddddd
BICB	1 100 ssssss dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: BIT, BITB, BIS, BISB.

BIS

Jméno

`BIS, BISB` — Nastavování bitů v operandu

Přehled

BIS *src*, *dst*

BISB *src*, *dst*

V cílovém operandu jsou nastaveny bity, které jsou nastaveny v operandu zdrojovém. Zdrojový operand slouží jako bitová maska.

Popis

BIS	0 101 ssssss dddddd
BICB	1 101 ssssss dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: BIC, BICB, BIT, BITB.

BIT

Jméno

`BIT, BITB` — Testování bitů v operandu

Přehled

BIT *src*, *dst*

BITB *src, dst*

Zdrojový a cílový operand jsou testovány logickým součinem (AND). Na základě výsledku jsou nastaveny podmínkové bity.

N	Z	V	C
*	*	0	-

Popis

BIT	0 011 sssssss dddddd
BITB	1 011 sssssss dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: BIC, BICB, BIS, BISB, CMP, CMPB, TST, TSTB.

CLR

Jméno

`CLR, CLRB` — Clear Operand

Přehled

CLR *dst*

CLRB *dst*

Všechny bity operandu jsou nastaveny na "0".

Popis

CLR	0 000 101 000 dddddd
CLRB	1 000 101 000 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: BIC, BICB

CMP

Jméno

`CMP, CMPB` — Zdrojový a cílový operand jsou porovnány a podle výsledku jsou nastaveny příznaky N, Z, V a C

Přehled

CMP *src, dst*

CMPB *src, dst*

Je spočten rozdíl *src-dst* a podle výsledku jsou nastaveny podmínkové bity.

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

CMP	0 010 ssssss dddddd
CMPB	1 010 ssssss dddddd

Ukázky

Odkazy

Podobné instrukce: SUB, BIT, BITB, TST, TSTB.

COM

Jméno

`COM, COMB` — Logický doplněk (*Complement*)

Přehled

COM *dst*

COMB *dst*

Všechny bity operandu jsou nahrazeny bity s opačnou hodnotou. Logická operace NOT.

Popis

COM	0 000 101 001 dddddd
COMB	1 000 101 001 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: CLR, CLRB, COM, COMB.

DEC

Jméno

`DEC, DECB` — Zmenšení cílového operandu o 1

Přehled

DEC *dst*

DECB *dst*

Popis

DEC	0 000 101 011 dddddd

DECB	1 000 101 011 dddddd

Ukázky

Odkazy

Podobné instrukce: INC, INCB.

DIV

Jméno

`DIV` — Dělení 32 bitového čísla 16-ti bitovým

Přehled

DIV *src*, *R*

32 bitové čísl v Rn a Rn+1 je děleno zdrojovým operandem. Výsledek je uložen v R_n a zbytek po dělení v R_{n+1}.

N	Z	V	C
*	*	0	*

Popis

DIV	0 111 001 rrr ssssss

Ukázky

```
MOV #20001,R1   ; Define low order 16 bits
STX R0          ; Rozšiř znaménko do dalších 16-ti bitů
DIV #2,R0       ; Dělení 16-bitů 2 do R0,R1
```

Odkazy

Podobné instrukce: MUL.

HALT

Jméno

`HALT` — Zastavit počítač

Přehled

`HALT`

Instrukce zastaví počítač.

Popis

HALT	0 000 000 000 000 000

Odkazy

pdp11.isa.wait;

INC

Jméno

`INC, INCB` — Zvětšení cílového operandu o 1

Přehled

`INC` *`dst`*

`INCB` *`dst`*

Popis

INC	0 000 101 010 dddddd
INCB	1 000 101 010 dddddd

Ukázky

Odkazy

Podobné instrukce: DEC, DECB.

MOV

Jméno

`MOV, MOVB` — Cílový operand bude přepsán zdrojovým operandem

Přehled

`MOV` *`src, dst`*

`MOVB` *`src, dst`*

U instrukce MOVB, je-li cílový operand registr, dochází k rozšíření znaménkového bitu. Tzv. *Sign Extension*.

N	Z	V	C
*	*	0	-

Popis

MOV	0 001 ssssss dddddd
MOVB	1 001 ssssss dddddd

MUL

Jméno

`MUL` — 16-ti bitové násobení s 32-dvou bitovým nebo 16-ti bitovým výsledkem

Přehled

MUL *src*, *R*

Pokud je číslo registru sudé, ukládá se 32 bitový výsledek do registru Rn a Rn+1. Pokud je číslo registru liché, ukládá se do něj jen spodních 16 bitů výsledku.

N	Z	V	C
*	*	0	*

Popis

MUL	0 111 000 rrr ssssss

Ukázky

```
CLC             ; Clear carry condition code
MOV #400,R1
MUL #10,R1      ; 16-bit product (R is odd), R0 untouched
BCS ERROR       ; Result to low or to big for 16 bits.
```

Odkazy

Podobné instrukce: DIV.

NEG

Jméno

`NEG, NEGB` — Dvojkový doplněk (*Negate*)

Přehled

NEG *dst*

NEGB *dst*

Operand bude nahrazen negativní hodnotou. T.j. 2 je nahrazeno -2, ... Aritmetická operace -.

Popis

NEG	0 000 101 100 dddddd
NEGB	1 000 101 100 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: CLR, CLRB, COM, COMB.

ROL

Jméno

`ROL, ROLB` — Rotace doleva přes C

Přehled

ROL *dst*

ROLB *dst*

Všechny bity cílového operandu jsou posunuty o jedno místo doleva. Na nejnižší misto se posune C a tento je nahrazen obsahem původně nejvyššího (nejlevějšího) bitu operandu.

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

ROL	0 000 110 001 dddddd
ROLB	1 000 110 001 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ASL, ASLB, ROR, RORB, SWAB.

ROR

Jméno

`ROR, RORB` — Rotace doprava přes C

Přehled

`ROR` *`dst`*

`RORB` *`dst`*

Všechny bity cílového operandu jsou posunuty o jedno místo doprava. Na nejvyšší misto se posune obsah C a tento je nahrazen obsahem původně nějnižšího (nejpravějšího) bitu operandu.

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

ROR	0 000 110 000 dddddd
RORB	1 000 110 000 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ASR, ASRB, ROL, ROLB, SWAB.

SUB

Jméno

`SUB` — Hodnota zdrojového operandu je odečtena od operandu cílového

Přehled

SUB *src*, *dst*

N	Z	V	C
*	*	*	*

Popis

SUB	1 110 ssssss dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ADD, CMP, CMPB.

SWAB

Jméno

`SWAB` — V cílovém operandu je vyměněn obsah spodního a horního bajtu

Přehled

SWAB *dst*

N	Z	V	C
*	*	0	0

Popis

SWAB	0 000 000 011 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: ASL, ASLB, ASR, ASRB, ROL, ROLB, ROR, RORB.

TST

Jméno

`TST, TSTB` — Na základě cílového operandu jsou nastaveny příznaky N a Z

Přehled

`TST` *`dst`*

`TSTB` *`dst`*

Operand je přečten a podle jeho hodnty jsou nastaveny příznak N a Z.

Popis

TST	0 000 101 111 dddddd
TSTB	1 000 101 111 dddddd

Odkazy

Podobné instrukce: BIT, BITB, CMP, CMPB.

XOR

Jméno

`XOR` — Logický exkluzivní součet

Přehled

`XOR` *`R, dst`*

N	Z	V	C
*	*	0	-

Popis

XOR	0 111 100 rrr dddddd

Ukázky

```
XOR R0, R2      ; R0 xor R2 ⟶ R2
```

Odkazy

Podobné instrukce: FIXME: pdp11.isa.*;.

77.6. Elliott Bros (London) Ltd.

Odkazy:

-
-
-

Počítače:

- Elliott 152[21]
-
-

* *Informace z: Our Computer Heritage, Pilot Study*[22]

Tabulka 77-13. Počítače Elliot a data spuštění

počítač	**datum spuštění**
Elliot 150 series	
Elliot 152	1950
Elliot Nicholas	1952
Elliot 153	1954
Elliot/GCHQ OEDIPUS (311)	1954
Elliot 400 series	
Elliot/NRDC 401	1953
Elliot 402	1955
Elliot 403 (WREDAC)	1956
Elliot 405	1956

počítač	**datum spuštění**
Elliot 800 series	
Elliot 802	1958
Elliot 803	1959
Elliot ARCH 1000, etc.	1962
Elliot 500 series	
Elliot 503	1963
Elliot 502	1964
Elliot 900 series	
Elliot 900 series	1963
Elliot 4100 series	
Elliot 4100 series	1966

77.6.1. Rodina počítačů Elliott 15x

The Admiralty's Medium Range System 5 (MRS5).

Tyto počítače byly sestavované pro Britskou admiralitu. Jejich původní určení byla střelba řízená radarem. K počítači nikdy nebylo připojeno dělo.

Vlastnosti počítače Elliott 152:

- Přenos dat uvnitř počítače: sériový
- ALU: rychlá násobička
- 40-ti bitový akumulátor
- Šířka datového slova 16 bitů
- Šířka instrukčního slova 20 bitů
- ALU založeno na subminiaturních pentodách
- Pamět: 64 slov (CRT - elektrostatická RAM)
- Paměť adresovaná jako dvě nezávislé banky, každá 32 slov.
- Main memory: 1024 slov 32 bitů každé. Paměť založena na 64 long delay lines
-

Instrukční slovo, 20 bitů široké, sestávalo ze dvou částí. 6-ti bitového instrukčního kódu ???

77.6.2. Elliott 40x

Počítač vnitřním sériovým přenosem. Délka slova 34 bitů, využitých bylo jen 32 které byly přístupny programátorovi.

Instrukční slovo dlouhé 32 bitů sestávalo z řady polí.

77.6.3. Elliott 800 series

Rodina tranzistorových počítačů menší až střední velikosti, vnitřní přenosy dat a zpracování sériové. Tato rodina byla projektována jako univerzální počítače a také pro online řízení procesů. Rodina sestávala s těchot typů:

801

Prototyp postavený v továrně. Byl postaven jen jeden prototyp okolo roku 1957.

802

Produkční varianta 801. Byl poprvé expedován v listopadu 1958. 33-bitový se sériobou aritmetikou. Používal paměť z feritových jader. Převážně tranzistorový ale používal elektronky v obvodech feritové paměti a některých částech logiky. V letech 1958 až 1961 bylo postaveno a expedováno sedum počítaču Elliott 802.

803A

Plně tranzistorová verze 802. Délka slova byla zvětšena na 39 bitů. Poprvé uveden do provozu v roce 1959, první dodávky zákazníkům někdy v roce 1960. Používal stejnou sériovou architekturu jako 802. Větší délka slova způsobovala díky sériové architektuře nišší rychlost než měl model 802.

803B

Vylepšená verze 803A. Poprvé spuštěn v roce 1960. V počítači bylo více paralelních cest a měl hardwarovou FPU. Prodejní cena v roce 1960 byla £29,000. Počítač byl jednoduchý a kompletně tranzistorový. Příkon byl pouze 3.6KW. Počítačů 803A a 803B bylo dohromady vyrobeno 211 kusů.

804

Návrh nikdy neopustil projekční kancelář.

805

Návrh nikdy neopustil projekční kancelář.

Vlastnosti:

- Délka slova 33-39 bitů
- Dvě instrukce v jednom slově
- Schopný adresovat 8K slov.
-

Instrukční slovo modelu 802 má délku 33 bitů a obsahuje dvě 16-ti bitové instrukce. Mezi těmito instrukcemi se nachází bit B-line. Celé instrukční slovo sestává z několika polí.

Obrázek 77-10. Instrukční slovo počítače Elliott 802

```
+---------+------------------+---+---------+------------------+
| Op.code | addr. or literal | B | Op.Code | addr. or literal |
+---------+------------------+---+---------+------------------+
  6 bitů    10 bitů           1bit  6 bitů    10 bitů
```

Operační kódy jsou rozděleny do 8 skupin po 8 kódech.

Instrukční slovo modelu 803 má délku 39 bitů a obsahuje dvě 19-ti bitové instrukce. Vypadá obdobně jako instrukční slovo modelu 802 s tím rozdílem, že adresní pole byla rozšířena z 10 bitů na 13 bitů.

77.6.4. Elliott 500

Model 503 je následník modelu 803. 39-ti bitové slovo.

Model 502 je následník modelu 402. 20-ti bitové slovo. Navrhovaný pro letectvo.

77.6.5. Elliott 900 series

18-ti bitová architekrura. Některé modely jsou zkráceny na 13 a 12 bitů.

Tabulka 77-14.

901	18-bit	
920A	18-bit	18-bit 8192-word store
920B	18-bit	18-bit 8192-word store
903	18-bit	
ARCH 9000	18-bit	
920M	18-bit	
920C	18-bit	
905	18-bit	
ARCH 9050	18-bit	
920ATC	18-bit	
MC1800	18-bit	
ARCH 102	13-bit	
902	12-bit	
102C	12-bit	
ARCH 105	12-bit	

Tabulka 77-15. Registry

Registr	šířka	Obsah
J	16	adresový register
M	18	memory buffer
I	4	function
A	18	accumulator
Q	18	pomocný registr

77.6.6. Elliott 4100

Architektura 24/48 bitů

77.7. English Electric Ltd.

77.7.1. KDF9

Vlasntosti:

- Hlavní paměť: 32768 slov každé 48 bitů dlouhé.
- 16 counter/index registrů, Q0 always zero
-
-

77.8. Ferranti

Tabulka 77-16.

model	rok	word	instr.	
Mark I	1951			
Mark Star	1953			
Mercury	1957	40	20	
Pegasus	1956	39	19	
Perseus	1959			
Sirius	1961			
Orion 1	1963			
Orion 2	1963			
Atlas 1 & 2	1962			
Apollo	1961	20	20	Air Traffic Control
Poseidon	1962?			RT data processing of Royal Navy
Argus	1963?			
Hermes				RT data processing of Royal Navy
F1600				binary compatible with Hermes
FM1600				binary compatible with Hermes

77.8.1. Ferranti Mercury

Vlastnosti:

- high speed — 1MHz clock cyle
- hardware floating point arithmetic, add 180textmus, multiply 300textmus, division 3.5ms
- exceptionally large storage capacity
- Computational Store: 1k 40bit words, magnetic cores
- Main Store: 4k 40bit words, magnetic drum, 4-8 drums
- word length: 40 bits, 1 parity bit per 10bits.
- Instruction length: 20 bits (10 bit instruction, 10 bit address)

77.8.2. Ferranti Pegasus

Vlastnosti:

- Word size: 39 bit.
- Instruction size: 19 bit

Obrázek 77-11. Ferranti Pegasus Instruction Fields

```
    7 bits   3 bits   6 bits   3 bits
+------------+-----+----------+-----+
|     N      | X |     F     | M |
+------------+-----+----------+-----+
 addr or lit   acc   op-code   index
```

Tabulka 77-17. Ferranti Pagasus Memory Map

addr		description
0-7	0-7	Accumulators X0-X7, X0 always zero
8-14		nepoužito, 0
15	15	ruční přepínače (20 bits)
16	16	i/o 5bitů, checked
17	17	i/o 5bitů, unchecked
18-31		nepoužité, 0
32	32	konstanta -1.0
33	33	konstanta 1/2
34	34	konstanta 2_{-10}
35	35	konstanta 2_{-13}
36-63		nepoužito, 0
64-111	0.0 - 5.7	48 words program/data jako 6 bloků po 8 slovech
112-127		nepoužito, 0

77.8.3. Ferranti Perseus

Vlastnosti:

- Instrukce 24 bitů
- Slovo 72 bitů obsahuje 3 instrukce

Obrázek 77-12. Ferranti Perseus Instruction Fields

```
1bit    6 bitů      5 bitů   3 bity   6 bitů     3 bity
+---+------------+----------+------+-----------+------+
|   |     B      |    P     |  S   |     F     |  M   |
+---+------------+----------+------+-----------+------+
stop \______________________/ \____/
/go      N - první adresa     R  L
```

77.8.4. Ferranti Sirius

Vlastnosti:

- Word: 40 bits, 10 BCD číslic
-
-
-

Obrázek 77-13. Instrukční slovo

```
            ___Adresa_________
           /                  \
+----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
| D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
+----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
 \___________________________/ \_______/
     Literál (6 číslic)           F       A    B
```

77.8.5. Ferranti Orion 1 a 2

Odkazy:

- Malcolm Bigg[23]
-

This was the first design of a system which used ballot box logic based on magnetic principles in the form of circuit packages called „neurons“ proposed by Gordon Scarrott then Ferranti’s Chief Engineer.

Vlastnosti:

- Word length 48 bits
-

Protože se vývoj logických prvků pro Orion 1 opožďoval, postavila firma Orion 2 který měl stejnou architekturu a strukturu, jen byl postaven na dostupné technologii DTL.

Obrázek 77-14. Farranti Orion Instruction Format

```
  S      F     TX          X            R       Z     TY           Y
+---+---------+---+-----------------+-------+--------+---+-----------------+
|   |    7    |   |                 |   2   |        |   |                 |
| 1 |-----+---| 1 |       15        |---+---+   6    | 1 |       15        |
|   |  4  | 3 |   |                 | 1 | 1 |        |   |                 |
+---+-----+---+---+-----------------+---+---+--------+---+-----------------+
       G    P                         RX  RY
 D0  D1-D4 D5-D6 D8    D9-D23       D24  D24 D26-D31  D32      D33-D47
```

77.8.6. Ferranti Atlas 1 a 2

Celkem bylo postave 3 ks počítačů Atlas 1 a 3 ks počítačů Atlas 2.

Vlastnosti:

- FPU 48bits word

- 128 index registers, most of them 24 bits wide.
- Atlas 1 minimum main memory: 114,688 words (48 bits wide)
- Atlas 1 core memory: 16,384 words (48bit)

Obrázek 77-15. Farranti Atlas Instruction Format

```
      F          Ba        Bm                S
+------------+---------+---------+-------------------------+
|     10     |    7    |    7    |           24            |
+------------+---------+---------+-------------------------+
   Function    Index R1  Index R2            Address
```

Počítač má 128 indexových registrů. Tyto jsou 24 bitové. Výjimku tvoří registry B120 až B127 jenž jsou speciální a mají šířku 48 bitů.

Tabulka 77-18. Ferranti Atlas Index Registers

B0		konstanta 0
B120		
B121		
B122		
B123		
B124		
B125		
B126		
B127		lokální čas

77.8.7. Ferranti Apollo

Vlastnosti:

- Word: 20 bits

Instrukce jsou dlouhé 20 bitů a sestávají ze tří polí. Operačního kódu v délce 6 bitů, modifikátoru v délce 2 bity a 12 bitů dlouhé adresy. Přímo bylo možno adresovat 4096 slov paměti z feritových jader.

77.8.8. Ferranti Poseidon

Počítač byl vytvářen pro Royal Navy.

Vlastnosti:

- Instrukce 24 bitů dlouhé
-

•

77.9. GRI Computer Corporation

Odkazy:

•
•

Fakta:

- Založil Saul Dinman poté co opustil DEC.
- Firma vyráběla počítače GRI 909, GRI 99 a GRI 919.

•

77.10. Honeywell

Odkazy:

- Honeywell[24]

•
•

77.10.1. Honeywell Series 16

Odkazy:

- Honeywell 316[25]
- Honeywell Series 16[26]
- SimX16 -- Honeywell DDP-516 Minicomputer Simulation[27]

•
•
•

77.11. IBM (International Business Machiness Corporation)

*

Odkazy:

- History of IBM[28] na Wikipedii

•
•
•

Tabulka 77-19. Počítače IBM

rok	model	technologie	poznámka
1934	IBM 801		
1935	IBM 805		
1944	ASCC	elektronky	
1946	IBM 603	elektronky	
1946	IBM SSEC	elektronky	
1952, 1953-04-07	IBM 701 (Defense Calculator)	elektronky	36/18 bit
1953	IBM 702	elektronky	36/18 bit, komerční
1953	IBM 650		
1954	NORC (Naval Ordnance Research Computer)		
1954	IBM 704	elektronky	36bit, vědecký
1954	IBM 705	elektronky	36bit, komerční
1958	IBM 709	elektronky	36bit, vědecký
1958	SAGE (Semi-Automatic Ground Environment)	elektronky	
1959	IBM 1401		
1959	IBM 1403		
1959	IBM 7090		vědecký
1960	IBM 7070		dekadický
1961	IBM 7030 Stretch		superpočítač
1961	IBM 7074		dekadický
1961	IBM 7080		komerční
<=1962	IBM 1620		dekadický
1962	IBM 7010		high end verze IBM 1410
1962	IBM 7072		dekadický
1962	IBM 7094		vědecký
1963	IBM 7040		vědecký
1963	IBM 7044		vědecký
1964	IBM 7094 II		vědecký
1964-03-07	System/360		
1965	guidance computer for Gemini		
1966	System/4Pi		
1970	System/370		
1975	IBM 5100 Portable computer		
1988	AS/400		
1990	System/390		
	IBM 7090	tranzistory	36bit

rok	model	technologie	poznámka
	IBM 7094	tranzistory	36bit
	IBM 700/7000 series		
	System/3		
	System/38		
	IBM Series/1		
	PowerPC		
	RS/6000		
	zSeries		
	Cell processor		

77.11.1. AN/FSQ-7 (IBM)

Odkazy:

- AN/FSQ-7[29] na Wikipedii
- AN/FSQ-7 "Whirlwind II" Intercept Computer[30]
-
-

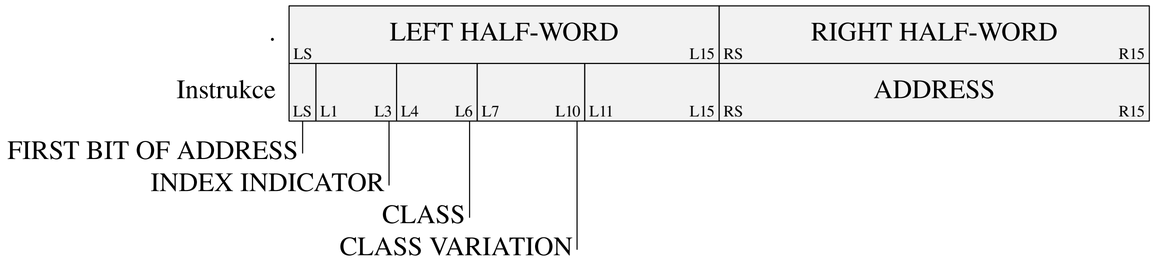
Fakta:

- Šířka slova je 32 bitů. Do paměti se ukládá 33, poslední bit je paritní.
- Jedno 32 bitové slovo sestává ze dvou 16-ti bitových půlslov.
- Používá 17-ti bitovou adresu, (AN/FSQ-8 16-ti bitovou)
-
-
-
-
-

Obrázek 77-16. Instrukční slovo AN/FSQ-7

```
|                                                               |                                                               |
|<---------------------- LEFT HALF-WORD ----------------------->|<---------------------- RIGHT HALF-WORD ---------------------->|
|                                                               |                                                               |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|LS |L1 |L2 |L3 |L4 |L5 |L6 |L7 |L8 |L9 |L10|L11|L12|L13|L14|L15|RS |R1 |R2 |R3 |R4 |R5 |R6 |R7 |R8 |R9 |R10|R11|R12|R13|R14|R15|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   |           |           |     CLASS     |                   |                                                               |
|   |<--INDEX-->|<--CLASS-->|<--VARIATION-->|                   |<------------------------- ADDRESS --------------------------->|
|   | INDICATOR |           |           |                       |                                                               |
|   |           |           |           |<----- AUXILIARY ----->|                                                               |
| ↑ |           |           |           |
  |
  +---- FIRST BIT OF ADDRESS
```

Obrázek 77-17. Instrukční slovo AN/FSQ-7



Tabulka 77-20. Sumary of AN/FSQ-8 instructions

Instruction Name	Mnemo. Name	Octal Code	Exec. Time	Indexable	Cause Overflow
Reset Index Register from Right Accumulator	XAC	764	6μs	No	No
Store Address	STA	340	18μs	Yes	No
Add Index Register	ADX	770	6μs	No	No
Clear and Add Magnitudes	CAM	160	12μs	Yes	No
Difference Magnitudes	DIM	164	12μs	Yes	No
Add B Registers	ADB	114	12μs	No	Yes
Multiply	MUL	250	17$\pm$0.5μs	Yes	No
Twin and Multiply	TMU	254	17$\pm$0.5μs	Yes	No
Divide	DVD	260	51.5$\pm$0.5μs	Yes	No
Twin and Divide	TDV	264	51.5$\pm$0.5μs	Yes	No
Shift Left and Round	SLR	024	Variable	No	Yes
Dual Shift Left	DSL	400	Variable	No	No
Dual Shift Right	DSR	404	Variable	No	No
Left Element Shift Right	LSR	440	Variable	No	No
Right Element Shift Right	RSR	444	Variable	No	No
Accumulators Shift Left	ASL	420	Variable	No	No
Accumulators Shift Right	ASR	424	Variable	No	No
Dual Cycle Left	DCL	460	Variable	No	No
Full Cycle Left	FCL	470	Variable	No	No
Extract	ETR	004	12μs	Yes	No
		000	μs		

Inspirován architekturou Whirlwind II

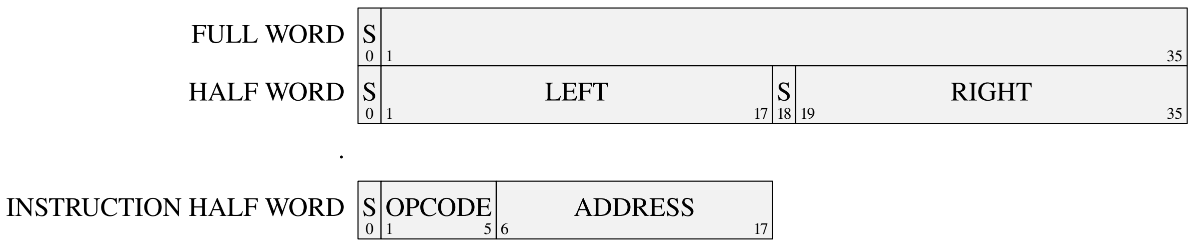
Součást SAGE

MIT and IBM developed the IBM AN/FSQ-7 computer to run the SAGE centers.

77.11.2. IBM 701

*

Obrázek 77-18. Formát dat a instrukcí IBM 701



Tabulka 77-21. Instrukce IBM 701

OCT	DEC	instrukce
00	00	STOP
01	01	TR
02	02	TR OV
03	03	TR +
04	04	TR 0
05	05	SUB
06	06	R SUB
07	07	SUB ABS
10	08	NO OP
11	09	ADD
12	10	R ADD
13	11	ADD ABS
14	12	STORE
15	13	STORE A
16	14	STORE MQ
17	15	LOAD MQ
20	16	MPY
21	17	MPY R
22	18	DIV
23	19	ROUND
24	20	L LEFT
25	21	L RIGHT
26	22	ACC LT
27	23	ACC RT
30	24	READ
31	25	READ B
32	26	WRITE
33	27	WR EOF
34	28	REWIND
35	29	SET DR
36	30	SENSE
37	31	COPY

77.11.3. IBM 704

*

Obrázek 77-19. Formát dat a instrukcí IBM 704

TYPE A INSTRUCTION	Prefix S 2	Decrement 3 17		Tag 18 20	Address 21 35
TYPE B INSTRUCTION	Operation S 11		Not Used 12 17	Tag 18 20	Address 21 35
INTEGER NUMBER	S S	Magnitude 1 35			
FLOAT POINT NUMBER	S S	Characteristic 1 8	Fraction 9 35		

77.11.4. IBM 1130

*

Fakta:

- Kapacita paměti 4, 8, 16 nebo 32K 16-ti bitových slov.
-
-
-

Obrázek 77-20. Formát dat a instrukcí IBM 1130

Single Precision Data Word Format	S 0	 1 15					
Double Precision Data Word Format	S 0	 1 15					 0 15
Short Instruction Format	OP 0 4	F 5	T 6 7	Displacement 8 15			
Long Instruction Format	OP 0 4	F 5	T 6 7	IA 8	Modifier Bits 9 15		Address 0 15

77.11.5. IBM 1620

Jedná se o velmi starou konstrukci. Počítač pracuje s dekadickými číslicemi. Každá číslice je uložena v šestici bitů. Možné kombinace jsou pevně dány. Poslední čtyři bity, označené 8,4,2,1 kódují jednu dekadickou číslici. Bit F má zvláštní význam a označuje poslední číslici v řadě, záporné číslo, případně má jiný zvláštní význam. Bit C je Check, tedy kontrolní bit. V dnešních termínech je to paritní bit.

Jsou přípustné jenom takové kombinace bitů, které reprezentují číslice 0 až 9. V tabulce jsou uvedeny i další kombinace, které mají specální význam.

Paměť počítače je adresována po jednotlivých dekadických číslicích, tedy po šesticích bitů. Její velikost je rovněž dekadická a má velikost od 20,000 do 60,000 číslic.

Tabulka 77-22. Kombinace bitů v pamětové buňce IBM 1620

	C	F	8	4	2	1

	C	F	8	4	2	1
0	✗					
1						✗
2					✗	
3	✗				✗	✗
4				✗		
5	✗			✗		✗
6	✗			✗	✗	
7				✗	✗	✗
8			✗			
9	✗		✗			✗
Record Mark	✗		✗		✗	
Group Mark	✗		✗	✗	✗	✗
Numerical Blank	✗		✗	✗		

Obrázek 77-21. Struktura paměťové buňky IBM 1620

```
+---+---+---+---+---+---+
| C | F | 8 | 4 | 2 | 1 |
+---+---+---+---+---+---+
```

77.11.5.1. Instrukční sada

Instrukční slovo sestává z 12 dekadických číslic.

Obrázek 77-22. Formát instrukčního slova

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|O0 |O1 |P2 |P3 |P4 |P5 |P6 |Q7 |Q8 |Q9 |Q10|Q11|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|  OP   |         P           |         Q         |
|<----->|<---- ADDRESS ---->|<---- ADDRESS----->|
| CODE  |                     |                   |
```

77.11.6. IBM 1400 serie

*

Odkazy:

- IBM 1400 series[31] na Wikipedii
- IBM 1410[32] na Wikipedii
-
-
-

Rodina počítačů s dekadickou aritmetikou a proměnlivou délkou slova. Počítače byly vyráběné z tranzistorů. Jedná se o druhou generaci počítačů.

Prvním modelem v této rodině byl IBM 1401. Další počítače jsom s ním tu více tu méně kompatibilní.

Tabulka 77-23. IBM 1400 series

rok	model	poznámka
1959-10-05	IBM 1401	výroba ukončena 1971-02-08
1960-09-12	IBM 1410	mnohem rychlejší než 1401, více paměti, registrů, ... měl přepínač kompatibility s 1401
1962	IBM 1420	bankovnictví
1962	IBM 1440	levná alternativa k 1401, není plně kompatibilní
1962	IBM 7010	mainframe verze 1410, rychlejší
1963	IBM 1240	bankovní systém
1963	IBM 1460	
1968	IBM 1450	databázový systém pro malé banky

Obrázek 77-23. Slovo IBM 1401

Byte	C	B	A	8	4	2	1	M
	0	1	2	3	4	5	6	7

Programovací jazyky a prostředí pro rodinu 1400 obashuje Symbolic Programming System (SPS, assembler), Autocoder (assembler), COBOL, FORTRAN, Report Program Generator (RPG) a FARGO.

77.11.7. IBM 7070

*

Odkazy:

- IBM 7070[33] na Wikipedii
-
-
-

Tranzistorová náhrada za elektronkový IBM 650.

Tabulka 77-24.

rok	model
	IBM 7070
1961-11	IBM 7074
1962-11	IBM 7072

77.11.8. IBM 4020

*

Odkazy:

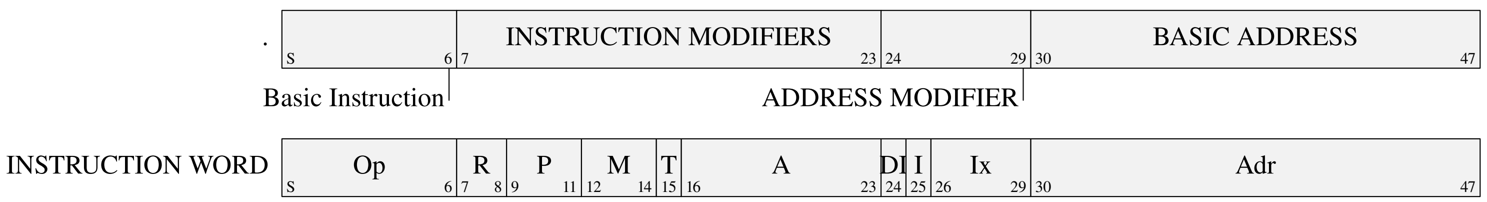
-
-

Vojenský počítač.

Fakta:

- Rychlost: do 400 000 instrukcí za sekundu
- Délka cyklu: 2.5μs
- Velikost slova: 48 bitů a dva paritní
- Velikost paměti: do 131 072 slov
-

Obrázek 77-24. Instrukční slovo IBM 4020



77.12. LEO Computers Ltd.

Odkazy:

- LEO Computers[34]

77.12.1. LEO I

Obrázek 77-25. LEO I Instruction Format

```
+-------+---+-----------+---+
|   5   | 1 |     10    | 1 |
+-------+---+-----------+---+
 Action  Sp    Address   suffix
```

77.12.2. LEO III

Obrázek 77-26. LEO III Instruction Format

```
+-------+---+----+--------------+
|   5   | 1 |  2 |      13      |
+-------+---+----+--------------+
 Action   d    m      Address
```

77.13. Norsk Data

Odkazy:

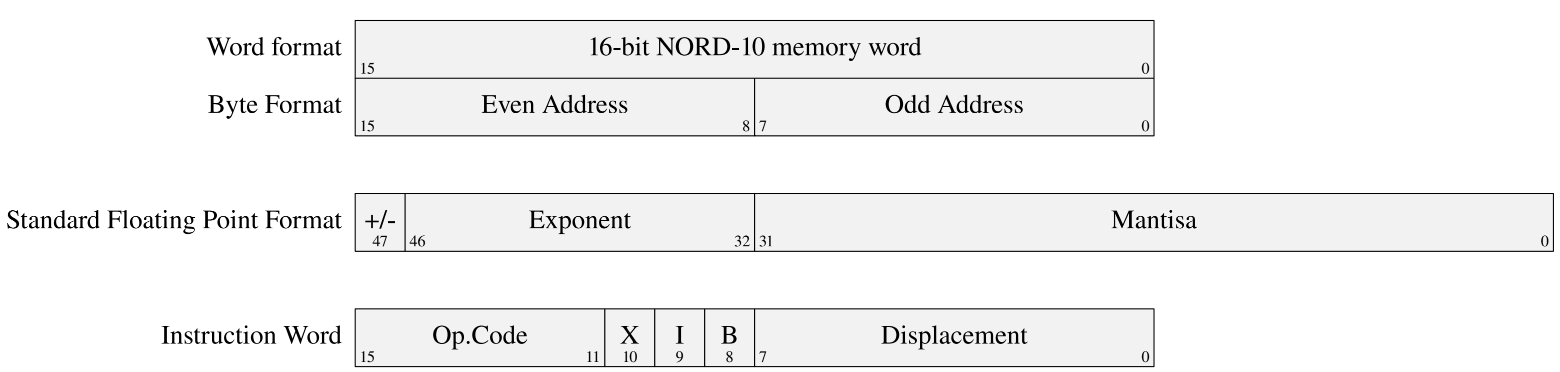
- Norsk Data[35] na Citizendii
- NORD-1 na Citizendii[36]

Modely počítačů

- NORD-1 — první minipočítač vytvořený ve firmě. Počítač má 16-ti bitovou architekturu a první kus byl vyroběn v roce 1967.
- NORD-10
- NORD-100 — 16-ti bitový univerzální jednodeskový počítač (*single board computer*). Schopný adresovat 64K slov (128KB), s MMU 16M slov (32MB) operační paměti. Je kompletně softwarově kompatibilní s NORD-10/S.
- ND-500 — 32 bitový systém

77.13.1. NORD-10

Obrázek 77-27. NORD-10



77.13.2. NORD-100

Procesor obsahuje 16 sad registrů, každá sada pro jednu ze 16-ti úrovní programů. Sada obsahuje 8 univerzálních registrů a 8 registrů jen pro vnitřní použití mikroprogramem. Celkem tedy obsahuje procesor 256 registrů.

Pracovní registry NORD-100

Status register
: obsahuje 8 indikátorů (příznaků)

A register
: Hlavní pracovní registr.

D register
: Dozšiřující pracovní registr.

T
: Dočasný registr.

L
: Link registr obsahující návratovou adresu podprogramu.

X
: Index registr.

B
: Bázový registr.

P
: Čítač programu. Ukazatel na aktuálně prováděnou instrukci.

77.14. Nuclear Data, Inc.

* ***Attributy:*** *id="Nuclear_Data"*

Odkazy:

- Dokumenty o počítačích firmy Nuclear Date, Inc.[37] na BitSavers.org
-

Firma Nuclear Data, Inc. začala vyvýjet speciální počítače v roce 1957.

77.14.1. ND812

Odkazy:

- PDP-8
- Bunker Ramo BR2412
-

*

ALU obsahuje 4 dvanáctibitové registry (akumulátory): J, K, R, S

Paměťová jednotka obsahuje 8-16K 12-ti bitový slov. Jako paměťové médium slouží feritová jádra. Počítač je schopen přímo adresovat 16K slov paměti pomocí Two-Word instrukcí. Ve druhém slovu je spodních 12 bitů adresy a v prvním slovu v poli MF jsou dva nejvyšší bity adresy. Takto je získána celá absolutní 14-ti bitová adresa.

Počítač byl sestaven jako jednodeskový s pomocí TTL/DTL integrovaných obvodů.

Vyroben v lednu roku 1971.

Obrázek 77-28. Formáty instrukcí

Single-Word Format

Op.Code	D/I	±	Displacement
0–3	4	5	6–11

Two-Word Format

Op.Code	Instruction	IND	KJ	CF	MF
0–2	3–6	7	8	9	10–11
Absolute 12-bit Address (0–11)					

Literal Format

Op.Code	Instruction	Literal Value
0–3	4–5	6–11

Group 1

0010	K	J	Shift/Rotate	Shift Count
0–3	4	5	6–7	8–11

Group 2

0011	K	J	Ov	Cpl	Clr	0/1	≥ / <	≠ 0
0–3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tabulka 77-25. Single-Word instrukce

opcode	mnemo
00	*Two-Word Instruction*
04	*Two-Word Instruction*
10	Group 1
14	Group 2
20	SMJ
24	SMJ
30	DSZ
34	ISZ
40	SBJ
44	ADJ
50	LDJ
54	STJ
60	JMP
64	JPS
70	
74	

Obrázek 77-29. Status Word

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Flag	OV	JPS		INT		IONL	IONA	IONB	IONH	Current Exec	
		MF0	MF1	MF0	MF1					MF0	MF1

77.14.1.1. Adresní módy

*

77.14.1.1.1. Auto Index

V každém paměťovém poli jsou vyhrazeny dvě adresy (slova). Tyto mají vlastnost, že adresovány nepřímo (*indirect*) instrukcí Single-Word, nejdříve zvětší (automaticky inkrementují) svůj obsah. Zakódování této operace se provádí nastavením bitů 6-11 (Displacement) na 0. Obsah bitu 5 (+/-) určuje které ze dvou autoinkrement slov se použije. Tyto autoincrement adresy jsou 0000 a 7777.

77.14.1.2. Instrukce po skupinách

*

Tabulka 77-26.

Op-Code	Mnemo	popis	
BIN			OCT
0000	00		Two-Word Instruction Format
0001	04		
0010	10		
0011	14		
0100	20		Literal instruction format (ANDF, ANDL, ADDL, SUBL)
0101	24	SMJ/SMK	skip if [J|K]≠operand
0110	30	DSZ	Dec(Mem[ea]); skip if =0
0111	34	ISZ	Inc(Mem[ea]); skip if =0
1000	40	SBJ/SBK	
1001	44	ADJ/ADK	

Op-Code	Mnemo	popis	
BIN			OCT
1010	50	LDJ/LDK	[J|K]⟶Mem[ea]
1011	54	STJ/STK	Mem[ea]⟶[J|K]
1100	60	JMP	PC⟶ea
1101	64	JPS	Mem[ea]⟶PC; PC⟶Mem[ea]+1
1110	70	XCT	execute out of order instruction Mem[ea]
1111	74	I/O	

77.14.1.2.1. Memory Reference Instructions

*

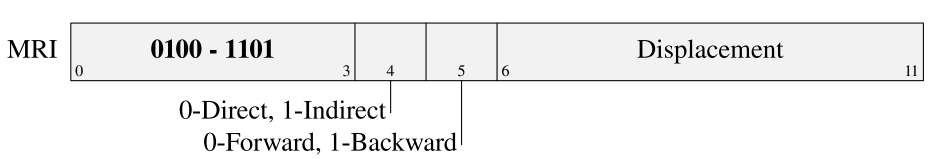
Odkazy:

- strana 4-
-

Tabulka 77-27. Single-Word Memory Reference Instructions

Mnemonic	Op-Code	popis
ANDF	2000	
SMJ	2400	Skip if J $\neq$ memory
DSZ	3000	
ISZ	3400	
SBJ	4000	
ADJ	4400	
LDJ	5000	
STJ	5400	
JMP	6000	
JPS	6400	
XCT	7000	Execute instruction n
I/O	7400	I/O instruction

Obrázek 77-30. Single-Word Memory Reference Instruction Format



Tabulka 77-28. Modifikace přístupu k paměti

operace	kód
Direct Forward	X0ZZ
Direct Backward	X1ZZ
Indirect Forward	X2ZZ
Indirect Backward	X3ZZ

77.14.1.2.2. Two-Word Memory Reference Instructions

*

Odkazy:

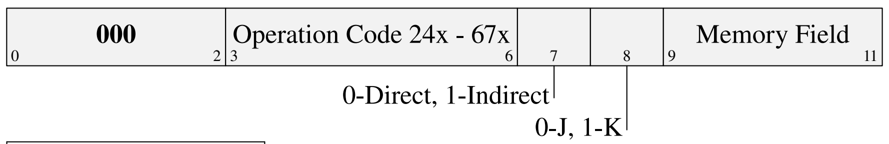
- ND821_MaintMan.pdf[38] strana 4-182
-

Tabulka 77-29. Two-Word Memory Referenc Instructions

Mnemonic	Op-Code	popis
TWSMJ	0240	Skip if J $\neq$ memory
TWSMK	0250	Skip if K $\neq$ memory
TWDSZ	0300	Decrement memory and skip if =0
TWISZ	0340	Increment memory and skip if =0
TWSBJ	0400	Subtract memory from J
TWSBK	0410	Subtract memory from K
TWADJ	0440	Add memory to J
TWADK	0450	Add memory to K
TWLDJ	0500	Load memory into J
TWLDK	0510	Load memory into K
TWSTJ	0540	Store J to memory
TWSTK	0550	Store K in memory
TWJMP	0600	Jump unconditionally

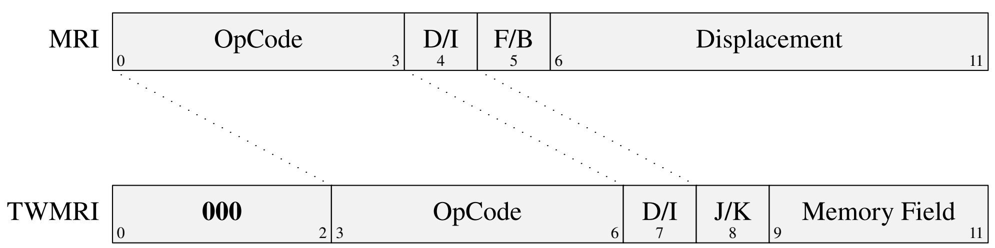
MnemonicOp-Code		popis
TWJPS	0640	Jump to subroutine

Obrázek 77-31. Two-Word Memory Reference Instruction Format



Memory Field	
0XX	Present Field
100	Field 0
101	Field 1
110	Field 2
111	Field 3

Obrázek 77-32. Vztah mezi MRI a TWMRI instrukčním formátem



77.14.1.2.3. Group 1 Operate

*

Odkazy:

- ND821_Maint_Man.pdf[39] strana 4-62
-
- ROTD
- SFTZ

Skupina 1 instrukcí je rozpoznána podle charakteristické hodnoty 0010 v bitech 0-3 instrukce. Tyto instrukce se provádějí nad horním (J) a dolním (K) akumulátorem, podle hodnoty bitů 4 a 5 instrukčního slova.

Do této skupiny instrukcí patří podskupiny:

- MPY-DIV
- Logical AND
- Load / Exchange
- Add-Subtract
- Shift / Rotate
- Load / Reload

Obrázek 77-33. Formát instrukčního slova Group 1 Operate

	0–3	4	5	6–7	8	9	10	11
Group 1	**0010**	Acc		Arithmetic	Neg.	SubAcc		Sub.
Group 1	**0010**	K	J		Neg.	S	R	
				00-AND / 01-Arithmetic / 10-Shift / 11-Rotate				0-Add / 1-Sub

	0–5	6–7	8–11
AND		00	
Arithmetic		01	
Shift		10	
Rotate		11	

	0–3	4–5	6–7	8	9–10	11
Multiply / Divide	**0010**	0	0	0	0	
						Mul/Div

	0–3	4–5	6–7
AND	**0010**	J/K	00

77.14.1.2.4. Rotace a posuvy (Group 1 Operate)

*

Odkazy:
- ND812_Prog.pdf[40] strana 4-9
- ND821_Maint_Man.pdf[41] strana 4-62
-
- ROTD
- SFTZ

V jedné instrukci můžeme provést rotaci nebo posuv až o 15 bitových pozic. Počet pozic o které se posouvá je zakódován v instrukčním slově v bitech 8 až 11.

Obrázek 77-34. Formát instrukčního slova Shift/Rotate

	0–3	4	5	6–7	8–11
	0010	K	J	Shift/Rotate	Shift Count

	0–3	4	5	6–7	8–11
SFTZ	**0010**	K	J	**10**	Shift Count
ROTD	**0010**	K	J	**11**	Shift Count

77.14.1.2.5. Instrukce skupiny 2

*

Odkazy:
- ND812_Prog.pdf strana 3-8
-

-
- SET
- CLR
- INC
- SET

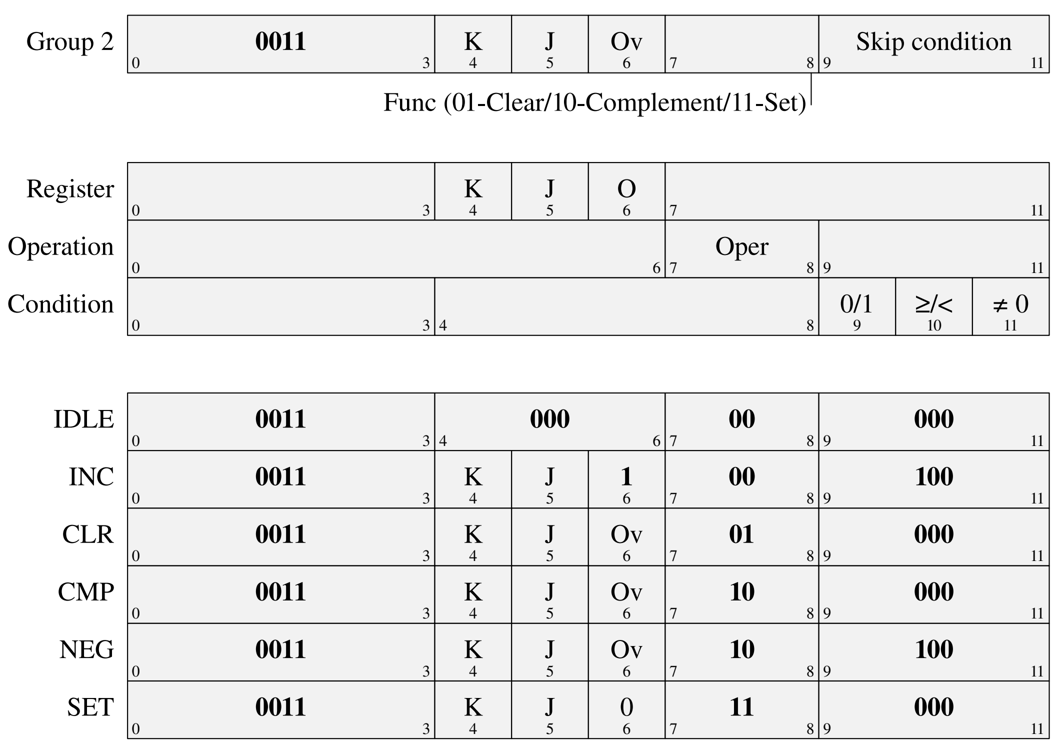
Skupina 2 instrukcí operate je identifikována hodnotou `0011` v bitech 0 až 3 instrukčního slova.

Skupina 2 kódovaných instrukcí slouží k nastavování, a testování hodnot v akumulatorech J a K a v příznaku O (Overflow).

Do této skupiny instrukcí patří podskupiny:

- Register Modify
- Register Sign Skip
- Register Zero Skip
- Status Modify
- Status Skip
- Cycle Delay (1400_{OCT})

Obrázek 77-35. Formáty instrukcí



Tabulka 77-30.

9	10	11	condition
0	0	0	
0	0	1	!=0 (non zero)

9	10	11	condition
0	1	0	<0 (positive)
0	1	1	!=0 AND >0 (non-zero and positive)
1	0	0	Increment
1	0	1	=0 (zero)
1	1	0	<0 (negative)
1	1	1	<=0 (zero or negative)

```
SET J   1530
INC K   1604
CLR K   1610
CMP K   1620
NEG K   1624
SET K   1630
CLR JK  1710
CMP JK  1720
SET JK  1730

SIP J   1502
SIP K   1602
SIP JK  1702
SIN J   1506
SIN K   1606
SIN JK  1706

SNZ J   1501
SNZ K   1601
SNZ JK  1701

SIZ J   1505
SIZ K   1605
SIZ JK  1705

CLR     1410
CLR O   1450
CMP     1420  # Complement Flag Register
CMP O   1460

SET     1430  # Set Flag Register to 1
SET O   1470
```

77.14.1.2.6. I/O instrukce

*

Obrázek 77-36. Formáty instrukcí

Single Word I/O

1111 (0–3)	Device Select Code (4–7)	Pulses (8–11)

Two Word I/O

0001111 (0–6)	unused (7–11)
Device Select Code (0–7)	Pulses (8–11)

Tabulka 77-31.

OpCode	Mnemonic
1003	IOFF
1004	IONH
1005	IONB
1006	IONA
1007	IONN
1440	SKPL
1500	PION
1600	PIOF

77.14.1.3. Abecední seznam instrukcí ND 812

*

Tabulka 77-32. Operační kódy instrukcí ND812 řazené podle operačního kódu

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
twdsz	`TWDSZ`	`000 011 0i0 fff`	`0300`
twisz		`000 011 100 000`	`0340`
twldj		`000 101 000 000`	`0500`
twldk		`000 101 001 000`	`0510`
twio	`TWIO`	`000 111 100 000`	`0740`
sftz		`001 001 100 000`	`1140`
rotd		`001 001 110 000`	`1160`
sftz		`001 010 100 000`	`1240`
rotd		`001 010 110 000`	`1260`
sftz		`001 011 100 000`	`1340`
rotd		`001 011 110 000`	`1360`
idle	`IDLE`	`001 100 000 000`	`1400`
clr		`001 100 001 000`	`1410`
neg		`001 100 001 000`	`1410`

název instrukce	mnemo	kód	
		bin	octal
neg		001 100 010 000	1420
set		001 100 011 000	1430
clr		001 100 101 000	1450
neg		001 100 101 000	1450
set		001 100 111 000	1470
clr		001 101 001 000	1510
neg		001 101 010 100	1524
set		001 101 011 000	1530
inc		001 101 100 000	1540
clr		001 101 101 000	1550
neg		001 101 101 000	1550
clr		001 110 001 000	1610
neg		001 110 010 100	1624
set		001 110 011 000	1630
inc		001 110 100 000	1640
clr		001 110 101 000	1650
neg		001 110 101 000	1650
clr		001 111 001 000	1710
neg		001 111 010 100	1724
set		001 111 011 000	1730
inc		001 111 100 000	1740
clr		001 111 101 000	1750
neg		001 111 101 000	1750
andf		010 000 xxx xxx	2000
dsz	DSZ	011 0i0 ddd ddd	3000
isz		011 100 000 000	3400
ldj		101 000 000 000	5000
tif	TIF	111 100 000 001	7401
tir	TIR	111 100 000 010	7402
trf	TRF	111 100 000 011	7403
tis	TIS	111 100 000 100	7404
toc	TOC	111 100 001 001	7411
top	TOP	111 100 001 010	7412
tcp	TCP	111 100 001 011	7413
tos	TOS	111 100 001 100	7414
hif	HIF	111 100 010 001	7421
hir	HIR	111 100 010 010	7422
his	HIS	111 100 010 100	7424

ANDF

Jméno

`ANDF` — (POPIS)

Přehled

ANDF

(TVAR INSTRUKCE) *src*, *dst*

Poznámky k tvaru instrukce

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
ANDF	`010 000 xxx xxx`	`2000`

Odkazy

Podobné instrukce: ANDF.

- ND821_MaintMan.pdf strana 4-242
-

CLR

Jméno

`CLR` — Clear register

Přehled

CLR

CLR J

```
CLR K

CLR JK

CLR O
```

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR	`001 100 001 000`	`1410`
CLR O	`001 100 101 000`	`1450`
CLR J	`001 101 001 000`	`1510`
CLR JO	`001 101 101 000`	`1550`
CLR K	`001 110 001 000`	`1610`
CLR KO	`001 110 101 000`	`1650`
CLR JK	`001 111 001 000`	`1710`
CLR JKO	`001 111 101 000`	`1750`

Obrázek 77-1. Kódování instrukcí CLR

0011	K	J	O	Cpl	**1**	0/1	≥/<	≠ 0
0 … 3	4	5	6	7	8	9	10	11

Odkazy

Podobné instrukce: nd812.isa.hlt;.

-
-

DSZ

Jméno

`DSZ, TWDSZ` — Decrement memory and skip next instruction if zero

Přehled

`DSZ` *`op`*

`DSZ I` *`op`*

`TWDSZ` *`op`*

`TWDSZ I` *`op`*

J	K	R	S	Ov
x	x	-	-	x

Popis

Overflow not possible.

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR JKO	`011 0i0 ddd ddd`	`3000`
CLR JKO	`000 011 0i0 fff`	`0300`

Odkazy

Podobné instrukce: ISZ.

-
-

HIF

Jméno

`HIF` — HS Reader Fetch

Přehled

HIF

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR JKO	111 100 010 001	7421

Odkazy

Podobné instrukce: HIR, HIS.

-
-

HIR

Jméno

HIR — Clear Flag; Read HS Buffer

Přehled

HIR

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR JKO	111 100 010 010	7422

Odkazy

Podobné instrukce: HIS.

•
•

HIS

Jméno

`HIS` — Skip HS Reader Ready

Přehled

`HIS`

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR JKO	`111 100 010 100`	`7424`

Odkazy

Podobné instrukce: HIR.

•
•

IDLE

Jméno

`IDLE` — One cycle delay

Přehled

`IDLE`

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
CLR JKO	`001 100 000 000`	`1400`

Odkazy

Podobné instrukce: IDLE.

-
-

INC acc

Jméno

`INC acc` — Increment accumulator

Přehled

`INC J`

`INC K`

`INC JK`

J	K	R	S	Ov
x	x	-	-	x

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
INC	`001 101 100 000`	`1540`
INC	`001 110 100 000`	`1640`
INC	`001 111 100 000`	`1740`

Odkazy

Podobné instrukce: nd812.isa.hlt;.

-
-

ISZ

Jméno

`ISZ, TWISZ` — Increment contents of effective address by one and skip next instruction if zero

Přehled

`ISZ`

`TWISZ` *`dst`*

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

Overflow not possible.

mnemo	kód	
	binary	octal
ISZ	`011 100 000 000`	`3400`
TWISZ	`000 011 100 000`	`0340`

Odkazy

Podobné instrukce: DSZ.

-
-

LDJ

Jméno

`LDJ, TWLDJ, TWLDK` — Loads register J/K

Přehled

`LDJ`

`TWLDJ`

`TWLDK`

`(TVAR INSTRUKCE)` *`src, dst`*

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
LDJ	`101 000 000 000`	`5000`
TWLDJ	`000 101 000 000`	`0500`
TWLDK	`000 101 001 000`	`0510`

Odkazy

Podobné instrukce: nd812.isa.hlt;.

-
-

NEG

Jméno

`NEG` — Clear register

Přehled

`NEG`

`NEG J`

`NEG K`

`NEG JK`

`CMP O`

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
NEG	`001 100 001 000`	`1410`
CMP	`001 100 010 000`	`1420`
NEG O	`001 100 101 000`	`1450`
NEG J	`001 101 010 100`	`1524`
NEG JO	`001 101 101 000`	`1550`
NEG K	`001 110 010 100`	`1624`
NEG KO	`001 110 101 000`	`1650`
NEG JK	`001 111 010 100`	`1724`
NEG JKO	`001 111 101 000`	`1750`

Obrázek 77-1. Kódování instrukcí NEG

0011	K	J	O	Cpl	**1**	0/1	≥/<	≠ 0
0 … 3	4	5	6	7	8	9	10	11

Odkazy

Podobné instrukce: CLR.

-
-

ROTD acc

Jméno

`ROTD acc` — Rotate contents of accumulator by n bits left

Přehled

ROTD J

ROTD K

ROTD JK

(TVAR INSTRUKCE) *src*, *dst*

Poznámky k tvaru instrukce

J	K	R	S	Ov
x	x	-	-	-

Popis

Instrukce rotuje obsah akumulátoru (J, K nebo obou) o příslušný počet bitů do leva. Bity z akumulátoru neovlivňují nijak příznak přetečení Overflow.

Protože registry J a K mají 12-bitů, můžem zakódovat operaci rotace do prava pomocí rotace do leva. Rotujeme o 12-n bitů. Rotace o 3 místa do prava se tedy zapíše jako rotace o 9 míst do leva.

mnemo	kód	
	binary	octal
ROTD J	`001 001 110 000`	`1160`
ROTD K	`001 010 110 000`	`1260`
ROTD JK	`001 011 110 000`	`1360`

Odkazy

Podobné instrukce: SFTZ.

-
-

SET acc/O

Jméno

`SET acc/O` — Set accumulator to -1

Přehled

`SET J`

`SET K`

`SET O`

`SET JK`

Poznámky k tvaru instrukce

L
.

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
SET	`001 100 011 000`	`1430`
SET J	`001 101 011 000`	`1530`
SET K	`001 110 011 000`	`1630`
SET O	`001 100 111 000`	`1470`
SET JK	`001 111 011 000`	`1730`

Obrázek 77-1. Kódování instrukcí SET

0011 (0–3)	K (4)	J (5)	O (6)	Cpl (7)	**1** (8)	0/1 (9)	≥/< (10)	≠ 0 (11)

Odkazy

Podobné instrukce: nd812.isa.hlt;.

-
-

SFTZ acc

Jméno

`SFTZ acc` — Shift contents of accumulator by n bits left

Přehled

SFTZ J

SFTZ K

SFTZ JK

(TVAR INSTRUKCE) *src*, *dst*

Poznámky k tvaru instrukce

J	K	R	S	Ov
x	x	-	-	-

Popis

Instrukce posune obsah akumulátoru (J nebo K) o příslušný počet bitů do leva. Bity z akumulátoru neovlivňují nijak příznak přetečení Overflow.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ J	001 001 100 000	1140
SFTZ K	001 010 100 000	1240
SFTZ JK	001 011 100 000	1340

Odkazy

Podobné instrukce: nd812.isa.hlt;.

-
-

TCP

Jméno

`TCP` — Clear Flag, Print-Punch

Přehled

`TCP`

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 001 011`	`7413`

Odkazy

Podobné instrukce: TIS.

-
-

TIF

Jméno

`TIF` — Keyboard-Reader Fetch

Přehled

`TIF`

Popis

Přečte další znak z klávesnicového bufferu. Nepřenáší žádnou informaci do akumulátoru J!

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 000 001`	`7401`

Odkazy

Podobné instrukce: TIS.

-
-

TIR

Jméno

`TIR` — Load Keyboard Into J

Přehled

```
TIR
```

Popis

Obsah klávesového bufferu je přesunut do akumulátoru J.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 000 010`	`7402`

Odkazy

Podobné instrukce: TIS.

-
-

TIS

Jméno

`TIS` — Skip if Keyboard Ready

Přehled

`TIS`

Popis

Instrukce TIS přeskočí následující instrukci, je-li v terminálovém bufferu připraven znak z klávesnice.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 000 100`	`7404`

Odkazy

Podobné instrukce: TIR.

-
-

TOC

Jméno

`TOC` — Clear Flag

Přehled

`TOC`

Popis

Instrukce smaže příznak připravenosti terminálu.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 001 001`	`7411`

Odkazy

Podobné instrukce: TIS.

-
-

TOP

Jméno

`TOP` — Print-Punch

Přehled

`TOP`

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 001 010`	`7412`

Odkazy

Podobné instrukce: TCP.

-
-

TOS

Jméno

`TOS` — Skip if Printer-Punch Ready

Přehled

`TOS`

Popis

Instrukce TOS přeskočí následující instrukci, je-li terminál připraven k přijetí dalšího znaku.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 001 100`	`7414`

Odkazy

Podobné instrukce: TIS.

-
-

TRF

Jméno

`TRF` — Keyboard Read-Fetch

Přehled

`TRF`

Popis

Kombinace instrukcí TIR a TIF. Přečte znak z klávesnicového bufferu do akumulátoru J a spustí čtění dalšího znaku.

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`111 100 000 011`	`7403`

Odkazy

Podobné instrukce: TIF, TIR, TIS.

-
-

TWIO

Jméno

`TWIO` — Two Word I/O

Přehled

`TWIO`

Popis

mnemo	kód	
	binary	octal
SFTZ JK	`000 111 100 000`	`0740`

Odkazy

Podobné instrukce: IDLE.

-
-

77.15. Philco

*

Odkazy:

- Philco[42] na Wikipedii
- A Brief History of Philco[43]
-
-

Firma Philco vyráběla počítače Philco Model 212. Typ Philco 2000 Model 212 byl vybrán a instalován v Noradu, kde fungoval od roku 1962 do roku 1980. Podle některých údajů to byl Philco 200 S.

77.15.1. Číslicové počítače

*

Philco 2000: "první" plně tranzistorový velký počítač.

Počítač byl konstruován s ohledem na spolehlivost, jeho architektura je paralelní a asynchronní.

Paměť je rozdělena do modulů, každý obashující 8192 slov. Počítač mohl být osazen 1, 2 nebo 4-mi moduly. Maximální kapacita tedy byla 32768 slova. Šířka slova byla 48 bitů. Přesněji 56 bitů z kterých 8 bylo paritních a 48 obsahovalo hodnotu slova.

77.16. Univac

77.16.1. Univac 1218

* *Vojenský počítač*

Fakta:

- Doba přístupu k paměti je 4μs
- Pamět je organizována v 18-ti bitových slovech
- Velikost paměti 4096, 8192, 16384 nebo 32768 slov.
- Část paměti o velikosti 32 slov má pevně daný obsah. Dnes bychom řekli že je to paměť ROM. Tyto část je na adresách 00200_{OCT} až 00237_{OCT}. Obsahuje zavaděč a konstanty.
- Repertoár 96 instrukcí.
-
-

Tabulka 77-33. Registry UNIVAC 1218

název	velikost	popis
A	36-bitů	akumulátor/střadač
AU	18	horních 18-bitů registru A
AL	18	dolních 18-bitů registru A
B	18-bitů	aktuální index
ICR	3 bity	číslo aktuálního index registru
P		ukazatel na instrukce právě vykonávaného programu
SR	4 bity	special register

Tabulka 77-34. Adresy paměti UNIVAC 1218

$addr_{OCT}$	význam, funkce
000000	Fault Interrupt, Entrance Address
000001	index registr B1
000002	index registr B2
000003	index registr B3
000004	index registr B4
000005	index registr B5
000006	index registr B6
000007	index registr B7
000010	index registr B0
000011	Memory Word
000012	Memory Word
000013	Memory Word
000014	Memory Word
000015	Memory Word

addr$_{OCT}$	**význam, funkce**
000016	Synchronizing Interrupt and RTC Entrance Address
000017	Scale Factor Shift Count Word
000020 - 000037	External Function Buffer Control (EFCB) Registers
000020	EFCB for Channel 0, Terminal Address Word
000021	EFCB for Channel 0, Current Address Word
000040 - 000057	Output Buffer Control (OBC) Registers
000060 - 000077	Input Buffer Control (IBC) Registers
000100 - 000117	External Interrupt (EI) Registers
000120 - 000137	External Function Monitor Interrupt (EFMI) Registers
000140 - 000157	Output Monitor Interrupt (OMI) Registers
000160 - 000177	Input Monitor Interrupt (IMI) Registers
00200 - 00237	Nondestructive Readout Memory Allocations
00240 - 77777	Instruction word and data storage organized in 10000$_{OCT}$ word banks

Obrázek 77-40. Formát I instrukčního slova UNIVAC 1218

```
 17  16  15  14  13  12  11  10   9   8   7   6   5   4   3   2   1   0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   function code - f   |             12 low order bits - u             |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

12 spodních bitů `u` slouží jako konstanta, nebo jako adresa.

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Artronix
2. http://en.wikipedia.org/wiki/PC12_minicomputer
3. http://en.wikipedia.org/wiki/CDC_display_code
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Data_General
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Data_General_Nova
6. http://digico-computers.com/index.htm
7. http://cedarsgw2.leeds.ac.uk/iclarch/arch50.html
8. http://www.thocp.net/timeline/uk.htm
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Equipment_Corporation

10. http://www.bitsavers.org/pdf/dec/
11. http://www.bitsavers.org/pdf/simh/architecture18b.pdf
12. http://www.faqs.org/faqs/dec-faq/pdp8/
13. http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gbell/Digital/DECMuseum.htm
14. http://pdp8.hachti.de/
15. http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-11
16. http://www.root.cz/clanky/pdp-11-a-smep-system-malych-elektronickych-pocitacu/
17. http://www.village.org/pdp11/faq.html
18. http://web.onetel.net.uk/~hibou/Comp%20Org%20Lecture%20Course.html
19. http://www.village.org/pdp11/faq.pages/PDPinst.html
20. http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~dsb/PDP11/
21.
22. http://www.ourcomputerheritage.org/wp/
23. http://malcolm.bigg.me.uk/
24. http://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell
25. http://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell_316
26. http://www.series16.adrianwise.co.uk/
27. http://www.theoengel.nl/ddpx16/simx16.html
28. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_IBM
29. http://en.wikipedia.org/wiki/AN/FSQ-7
30. http://www.radomes.org/museum/equip/fsq-7.html
31. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1400_series
32. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1410
33. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7070
34. http://www.kzwp.com/lyons/leo.htm
35. http://www.citizendia.org/Norsk_Data
36. http://www.citizendia.org/NORD-1
37. http://www.bitsavers.org/pdf/nd/
38.
39.
40.
41.
42. http://en.wikipedia.org/wiki/Philco
43. http://www.oldradio.com/archives/hardware/philco.htm

Kapitola 78. Historie Sovětské výpočetní techniky

Odkazy:

- RUSSIAN VIRTUAL COMPUTER MUSEUM[1]
- Tribute to the Soviet Computing - Part I[2]
-
- History of computer hardware in Soviet Bloc countries[3]
-
-

Poznámky

1. http://www.computer-museum.ru/english/index.php
2. http://www.youtube.com/watch?v=1Zx4NEAAt-E
3. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computer_hardware_in_communist_countries

Kapitola 79. Historie výpočetní techniky v ČSSR a zemích východního bloku

Odkazy:

- Osmibitové muzeum[1]
- Historie výpočetní techniky v Československu[2]
-

Poznámky

1. http://osmi.tarbik.com/odkazy.html
2. http://www.historiepocitacu.cz/aritma-praha-a-dernostitkove-stroje.html

Kapitola 80. Mechanické počítače a konstrukce

*

Odkazy:

- Category:Mechanical computers[1] na Wikipedii
- 1963: Difi-Comp I[2]
- Digi-Comp II[3]
- Digi-Comp II[4]
- Geniac[5]
- 1955 Geniac[6]
- Brainiac K-30[7]
- GENIACS: SIMPLE ELECTRIC BRAIN MACHINES, AND HOW TO MAKE THEM (1955)[8]
- DIGI-COMP I[9]
-
-
-
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Mechanical_computers
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Digi-Comp_I
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Digi-Comp_II
4. http://www.oldcomputermuseum.com/digicomp_2.html
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Geniac
6. http://www.oldcomputermuseum.com/geniac.html
7. http://www.oldcomputermuseum.com/brainiac_k30.html
8. http://www.computercollector.com/cgi-bin/exec/compcol/menu-st.cgi?directory=/archive/geniac/manual
9. http://www.mindsontoys.com/kits.htm?dc1_main.htm

Kapitola 81. Réleové počítače

*

81.1. Z3 (Konrad Zuse)

*

Odkazy:

- Konrad Zuse's computing machine Z3[1]
-

81.2. R500/7T Relay Computer

*

Odkazy:

- R500/7T Relay Computer[2]
-

81.3. Elektrický mozek Simon

Odkazy:

- Edmund Berkeley's Simon Relay Processor [3]
-

Časopis Radio-Electronics přinesl v říjnovém čísle v roce 1950 na titulní stránce obrázek releového počítače. Toto číslo obsahivalo první ze 13 ti článků o proncipech číslicovéhou automatického počítání. Autor článků, Edmund Berkeley také napsal knihu "Giant Brains and Machines that Think"

Poznámky

1. http://www.youtube.com/watch?v=2a6HMqsYnxk
2. http://www.youtube.com/watch?v=67jLony0mXg
3. http://people.cs.ubc.ca/~hilpert/e/simon/index.html

Kapitola 82. Elektronkové počítače a jiné stroje

Odkazy:
- List of vacuum tube computers[1]
-

82.1. Colosus

*

Odkazy:
- Colossus - The First Electronic Computer - Pt1[2]
-

82.2. ABC

Odkazy:
- Reconstruction of the Atanasoff-Berry Computer (ABC)[3]
- The Atanasoff-Berry Computer [4]

82.3. ENIAC

Odkazy:
-
-

Fakta:
- Primární účel byly výpočty balistických křivek.
- Inventors: J. Presper Eckert a John Mauchly
- Builder: Moore School, University of Pennsylvania
- Uveden do provozu 14.února 1946
- Cena $500.000
- Velikost: 40 panelů
- Technologie: 18.000 elektronek.
- Paměť: Flip-flops, function table, plugboard, cards
- Program: Propojení jednotlivých částí vodiči, plugboards, function table
- Rychlost: 5.000 operací za sekundu
-

*

ENIAC měl důležitý vliv na konstrukci svých následníků: 82.4, 82.8 a 82.5.

82.4. EDSAC

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Inventors: Maurice Wilkes
- Builder: Cambridge University
- Uveden do provozu v roce 1949.
- Technologie: elektronky
- Paměť: 1024 17-ti bitových slov realizovaná rtuťovými spožďovacími linkami (mercury delay line)
- Program: single address
- Rychlost: 714 operací za sekundu.

82.5. UNIVAC

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Inventors: J. Prespet Eckert a John Mauchly
- Builder: Remington Rand
- Cena: $750.000
- Vysokorychlosntí tiskárny $185.000
- Velikost: 943 kubických stop.
- Uveden do provozu v roce 1951.
- Technologie: elektronky, zpožďovací linky, magnetická páska
- Paměť: 1024 slov, 12 číslic velikých, magnetická páska
- Rychlost: 1905 operací za sekundu.

82.6. EDVAC

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Inventors: J. Presper Eckert a John Mauchly
- Builder: Moore School, University of Pennsylvania
- Uveden do provozu v roce 1951.
- Cena $467.000
- Velikost: umístněn na ploše 480 čtverečních stop. Výha 17.000 liber.
- Technologie: 4.000 elektronek, rtuťové zpoždovací linky (mercury delay lines)
- Pameť: 1024 slov o šířce 44 bitů. 4608 slov bubnové paměti.
- Rychlost: 1.200 operací za sekundu.

- Použití: balistické výpočty, střelecké tabulky, redukce dat.
-

*

82.7. LEO

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Komerční počítač
-
-
-

*

82.8. IAS

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Inventors: John Von Neumann, Arthur Burks, Herman Goldstein
- Builder: Princeton Institute for Advanced Studies
- Uveden do provozu v roce 1952
- Cena $500.000
- Počítač zabíral plochu 22 čtverečních stop a vážil 1.000 liber.
- Technologie: 4.600 elektronek, elektrostatické paměťové elektronky
- Paměť 1024 slov, každé 40 bitů velké. 16.384 slov bubnové paměti.
- Program: Single address
- Rychlost: 14.000 operací za sekundu.

82.9. MANIAC

Odkazy:

-
-

Fakta:

- Builder: Los Alamos
- Uveden do provozu v roce 1952
- Cena $200.000
- Počítač zabíral objem 128 krychlových stop.
- Paměť elektrostatická 1024 slov, každé 40 bitů velké. Bubnová 10.000 slov.

- Rychlost: 12.000 operací za sekundu.
- Operation ratio: 83%

82.10. SSEM (Small Scale Experimental Machine) [1948-06-21]

Odkazy:

- The Manchester Small Scale Experimental Machine -- "The Baby"[5]
- The SSEM Computer: Small Scale Experimental Machine [6]

Počítač SSEM, přezdívany „the Baby“ byl zkonstruován v universitě v Manchesteru za účele otestov paměťové elktronky Williams-Kilburn. Tyto elektronky byly připravovány pro konstrukci počítače Mark 1. Tyto elektronky si pamatovaly 32 slov každé 32 bitů dlouhé.

Počítač byl poprvé uveden do provozu 21. června 1948.

Časem byl počítač rozšířen a stal se z něj Manchester Mark 1 [1949]. Komerčně byl vyráběn od roku 1951 pod názvem Ferranti Mark 1.

82.10.1. Instrukční sada

Počítač byl velmi jednoduchý, požíval 32 bitové slovo a měl jen 7 instrukcí.

Poznámka: V následujících obrázcích a tabulkách je nejméně významný bit číslo 0 zobrazen vždy vlevo v souladu s původní dokumentací. Z toho vychází i binární kódy instrukcí uvedené v tabulce instrukcí.

Obrázek 82-1. Formát instrukčního slova SSEM

```
 00 01 02 03 04 05    ...    12 13 14 15 16                .....              31
+--+--+--+--+--+--+---------+--+--+--+--+--+----------------------------------+--+
|       L        |  nevyužito  |    F    |                nevyužito               |
+--+--+--+--+--+--+---------+--+--+--+--+--+----------------------------------+--+
```

Tabulka 82-1. SSEM Instruction Set

Code		Modern Mnemonic	Action	Description
Dec	Bin			
0	000	JMP	S(L)⟶CI	Jump Indorect. Jump to one after the contents of the specified Store line.
1	100	JPR	CI+S(L)⟶CI	Jump Relative. Add contents of specified Store line to CI
2	010	LDN	-S(L)⟶A	Load Negative. Load the Accumulator with the negative of the contents of the specified Store line.
3	110	STO	A⟶S(L)	Store. Copy contents of the Accumulator to the specified Store line.

Code		**Modern Mnemonic**	**Action**	**Description**
Dec	**Bin**			
4	001	SUB	A-S(L)⟶A	Subtract. Subtract contents of specified Store line from Accumulator.
6	011	SKN	if A<0 then CI+1⟶CI	Skip if Negative. Skip next instruction if contents of Accumulator is negative.
7	111	HLT		Halt. Stop instruction execution. The Stop neon will light

Zvláštností modelu SSEM a i několika dalších je pořadí operací při vykonávání instrukce. Na rozdíl od obvyklého:

FETCH, Increment-PC, Execute, ...

Má SSEM pořadí:

Increment-PC, FETCH, Execute, ...

Tento drobný rozdíl, kdy ukazatel na instrukci je zvětšen předtím, než je instrukce načtena způsobí že program nezačíná na adrese 0, ale až na adrese 1. Rovněž pokud měníme tok instrukcí pomocí instrukce skoku, musíme uvést adresu o 1 menší než na kterou chceme skočit.

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_vacuum_tube_computers
2. http://www.youtube.com/watch?v=O8WXNPn1QKo
3. http://www.scl.ameslab.gov/ABC/ABC.html
4. http://people.cs.ubc.ca/~hilpert/e/ABC/index.html
5. http://www.computer50.org/mark1/new.baby.html
6. http://people.cs.ubc.ca/~hilpert/e/SSEM/index.html

Kapitola 83. Počítače druhé generace

Odkazy:

- POČÍTAČE DRUHÉ GENERACE - tranzistorové[1]
-

Druhá generace počítačů je konstruována s pomocí transistorů.

83.1. IBM 1401

83.2. ELLIOT 803

Poznámky

1. http://sen.felk.cvut.cz/sen/index_cz.html?historie/gen2.html

Kapitola 84. Doba elektronková

*

Časové údaje:

- **1955:**
  - ZUSE Z22[1]
  - Z22[2] — na Wikipedii
  -

84.1. Whirlwind (MIT)

Odkazy:

- The pre-history of the Digital Equipment Corporation[3]
- Index of /pdf/mit/whirlwind[4] na BitSavers.org

Počítač Whirlwind byl zkonstruován MIT jako hlavní počítač a součást projektu SAGE

Fakta:

- 16-ti bitové slovo, na svou dobu nezvykle krátké
- instrukce má 5 bitů operačního znaku a 11 bitů adresy
-

Vzhledem k zadání, tedy že veškerá elektronika bude snadno dostupná byl počítač fyzycky rešen ve 2D prostoru. Z toho vzešly obrovské požadavky na zastavěnou plochu.

Počítač měl přes 5000 elektronek a 11 germaniových diod.

Jeden z neobvyklých vlastností bylo použití diodové matice k dekódování instrukcí. V té době se běžně používaly nestrukturované logocké obvody (Random Logic).

Obrázek 84-1. Instrukční slovo Whirlwind

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|     operation     |                  address                  |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 84-1. Instrukce počítače Whirlwind

Oper.	Function	Binary Code	Octal	Dec	Time	Oper.
clc n	cycle left and clear (BR)	11110-0	1.70	30	15+0.8n μs	clc
clh n	cycle left and hold	11110-1	1.70	30	15+0.8n μs	clh
md x	multiply digits with no roundoff (p)	11111	1.74	31	22μs	md
`si pqr`	select in-out unit/stop	`00000`	0.00	0	30μs	SI
`ill`	illegal instruction	`00001`	0.04	1	n/a	ILL
`bi x`	block transfer in	`00010`	0.10	2	max 16ms 1st; 16μs each word	BI

Oper.	Function	Binary Code	Octal	Dec	Time	Oper.
rd		00011	0.14	3	15μs	RD
bo x	block transfer out	00100	0.20	4	max 16ms 1st; 16μs each word	BO
rc x	record	00101	0.24	5	22μs	RC
sd x	sum digits	00110	0.30	6	22μs	SD
cf pqr	change fields	00111	0.34	7	15μs	CF
ts x	transfer to storage	01000	0.40	8	22μs	TS
td x	transfer digits	01001	0.44	9	29μs	TD
ta x	transfer address	01010	0.50	10	29μs	TA
ck x	check	01011	0.54	11	22μs	CK
ab x	add B	01100	0.60	12	29μs	AB
ex x	exchange	01101	0.64	13	29μs	EX
cp x	conditional program	01110	0.70	14	15μs	CP
sp x	sub-program	01111	0.74	15	15μs	SP
ca x	clear and add	10000	1.00	16	22μs	CA
cs x	clear and subtract	10001	1.04	17	22μs	CS
ad	add	10010	1.10	18	22μs	AD
su	subtract	10011	1.14	19	22μs	SU
cm	clear and add magnitude	10100	1.20	20	22μs	CM
sa x	special add	10101	1.24	21	26μs	SA
ao x	add one	10110	1.30	22	29μs	AO
dm x	difference of magnitudes	10111	1.34	23	22μs	DM
mr x	multiply and roundoff	11000	1.40	24	34-41μs	MR
mh x	multiply and hold	11001	1.44	25	34-41μs	MH
dv x	divide	11010	1.50	26	71μs	DV
slr x	shift left and roundoff	11011 0	1.54	27	15+0.8n μs	SLR
slh x	shift left and hold	11011 1	1.54	27	15+0.8n μs	SLH
srr x	shift right and roundoff	11100 0	1.60	28	15+0.8n μs	SRR
srh x	shift right and hold	11100 1	1.60	28	15+0.8n μs	SRH
sf x	scale factor	11101	1.64	29	30-78 μs	SF

84.1.1. Abecední přehled instrukcí Whirlwind

AB

Jméno

`AB` — add B

Přehled

AB *x*

Popis

Add the contents of the B register to the contents of register x and store the result in th AC and register x. The contents of register x appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithemtic check alarm if $|C(x)+C(B)|\geq 1$. (dm x or clh 16 puts C(AC) into B)

AB	01100 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

AD

Jméno

`AD` — add

Přehled

AD *x*

Popis

Add the contents of memory[x] to contents of AC, storing result in AC. The contents of memory[x] appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if $|C(AC) + C(mem[x])| \geq 1$.

AD	10010 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

AO

Jméno

`AO` — add one

Přehled

AO *x*

Popis

Add the number 1 times 2^{-15} to contents of memory[x], storing the result in AC and in memory[x]. The original contents of memory[x] appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if mem[x] + ($1*2^{-15}$) = 1.

AO	10110 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

BI

Jméno

`BI` — block transfer in

Přehled

BI *x*

Popis

Transfer a block of n words or characters from an in-out unit to MCM, where register x is the initial address of the block in MCM, and ±n times 2^{-15} is contained in AC. The computer is stopped while the transfer is taking place. After a block transfer, AC contains the address which is one grater than the MCM address at which the last word was placed; AR contains the initial address of the block in MCM.

BI	00010 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

BO

Jméno

`BO` — block transfer out

Přehled

BO *x*

Popis

Transfer block of n words from MCM to an in-out unit where x is the initial address of the block in MCM, and $\pm$n times 2^{-15} is contained in AC. The computer is stopped while the transfer is taking place. After the block transfer, AC contains the address which is one grater than the MCM address from which the last word was taken and stored; AR contains the initial address of the block in MCM.

BO	00100 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CA

Jméno

`CA` — clear and add

Přehled

CA *x*

Popis

Clear AC and BR, then obtain contents of SAM (+1, 0, or -1) times 2^{-15} and add contents of memory[x], storing result in AC. The contents of memory[x] appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if $|C(x) + C(SAM)\ 2^{-15}| = 1$

CA	10000 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CF

Jméno

`CF` — sum digits

Přehled

CF *pqr*

Popis

The address sectiondoes not refer to a register of storage in this instruction, but supplies information to the computer requesting a change in fields Group A and/or B. When the fields to be changed contains the program, it is necessary for the cf instruction to perform like an SP instruction. Digit 7 of the cf address section causes the contents of the accumulator to be read to the program counter (PC) prior to the field change; thus, program continuity can be preserved during field changes. The A-Register will contain the original PC address plus one upon completion of the cf instruction. The digit allocation for the cf word is as follows:

bity	význam
0-4	00111 — instrukce cf
5	nepoužito
6	examine feature — causes contents of core memory Group A control and Group B control registers to be read into the Accumulator.

bity	význam
7	sp enable — reads content of AC to PC to establish starting point of program in the new field.
8	change Group A field enable. (If, when the examine feature of digit 6 is requested, there is a "1" in digit 8, the content of Group A control will be changed before read-out to the A-Register takes place.
9	change Group B field enable. (If, when the cf examination feature is requested, there is a "1" in digit 9, the content of Group B control will be changed before read-out to the A-Register takes place.
10-12	contain field designation for Group A (registers 40-1777)
13-15	contain field designation for Group B (registers 2000-3777)

CF	00111 xxxAB aaa bbb

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CK

Jméno

`CK` — check

Přehled

`CK` *x*

Popis

Operates in two modes depending upon position of console switch (at T.C.) labelled "Program Check Alarm on Special Mode." The NORMAL MODE is selected if the switch is off or down. Normal Mode compares contents of AC with contents of register x. If contents of AC are identical to contents of register x, proceed to next instruction; otherwise, stop the computer and give a "check register alarm." (Note: +0 is not identical to -0.) SPECIAL MODE is chosen if switch is on. Special Mode operates in same way as above if the numbers being checked agree. If there is disagreement, no check alarm will occur but the program counter (PC) will be indexed by one, causing the next instruction to be skipped.

CK	01011 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CM

Jméno

`CM` — clear and add magnitude

Přehled

`CM` *x*

Popis

Clear AC and BR, then obtain contents of SAM(+1, 0, -1) times 2^{-15} and add magnitude of contents of memory[x], storing result in AC. The magnitude of contents of memory[x] appears in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if $|C(mem[x]) + C(SAM)\ 2^{-15}| = 1$.

CM	10100 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CP

Jméno

`CP` — conditional program

Přehled

`CP` *x*

Popis

If number in AC is negative, proceed as in SP. If number in AC is positive, proceed to next instruction, clear the AR and place in the last 11 digit positions of the AR the address of this next instruction.

CP	01110 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

CS

Jméno

`CS` — clear and subtract

Přehled

CS *x*

Popis

Clear AC and BR, then obtain contents of SAM (+1, 0, or -1) times 2^{-15} and subtract contents of memory[x], storing result in AC. The contents of memory[x] appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if $|-C(x) + C(SAM)\ 2^{-15}| = 1$

CS	10001 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

DM

Jméno

`DM` — difference of magnitudes

Přehled

`DM` *x*

Popis

Subtract the magnitude of contents of memory[x] from the magnitude of contents of AC, leaving result in AC. The magnitude of memory[x] appears in AR. SAM is cleared. BR will contain the initial contents of the AC. If $|AC| = |mem[x]|$, the result is -0.

DM	10111 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

DV

Jméno

`DV` — divide

Přehled

`DV` *x*

Popis

Divide contents of AC AC by contents of memory[x], leaving 16 binary digits of the quotient in BR and ± 0 in AC according to the sign of the quotient. The instruction SLR 15 following the dv operation will roundoff the quotient to 15 binary digits and store it in AC. Let u and v be the numbers in AC and memory[x], respectively, when the instruction dv x is performed. If $|u| < |v|$, the correct quotient is obtained and no overflow can arise. If $|u| > |v|$, the quotient exceeds unity and a divide-error alarm will result. If $u = v \neq 0$, the dv instruction leaves 16 "ones" in BR; roundoff in subsequent slr 15 will cause overflow and give an arithmetic overflow check alarm. If u = v = 0, a zero quotient of the appropirate sign is obtained. The magnitude of contents of memory[x] appears in AR. SAM is cleared.

DV	11010 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

EX

Jméno

`EX` — exchange

Přehled

`EX` *x*

Popis

Exchange contents of AC with contents of memory on address x. (Original contents of AC in memory[x]; original contents of memory[x] in AC and AR.) Ex 0 will clear AC without clearing BR.

EX	01101 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

ILLEGAL

Jméno

`ILLEGAL` — illegal instruction

Přehled

ILLEGAL

Popis

If an attempt is made to use this operation, a check alarm will result.

ILLEGAL	00001 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

MH

Jméno

`MH` — multiply and hold

Přehled

MH *x*

Popis

Multiply contents of AC by contents of memory[x]. Retain the full product in AC and in the first 15 digit positions of BR, the last digit position of BR being cleared. The magnitude of contents of memory[x] appears in AR. SAM is cleared. Sign of AC is determined by sign of product. Result in (AC + BR) is double register product. The is determined the same as for MR.

MH	11001 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

MR

Jméno

MR — multiply and roundoff

Přehled

MR *x*

Popis

Multiply contents of AC by contents of memory[x]. Roundoff result from BR to 15 significant binary digits and store it in AC. If BR(0) = 1, roundoff is 2^{-15}; if BR(0) = 0, roundoff is 0. Clear BR. The magnitude of contents of memory[x] appears in AR. SAM is cleared. Sign of AC is determined by sign of product. The minimum time of 34 μs occurs of there are all 0's in |AC|; the maximum time of 41 μs occurs when there are all 1's in |AC|. The average time is 37.5μs.

MR	11000 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

RC

Jméno

RC — record

Přehled

RC *x*

Popis

Transfer contents of AC via IOR to an in-out unit. IOR is cleared only after an rc used as a display instruction. The address section of the instruction has no significance except when used with the character generator.

RC	00101 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

RD

Jméno

`RD` — read

Přehled

`RD` *x*

Popis

Transfer word from IOR to AC, then clear IOR. (Wait, if necessary, for information to arrive in IOR from an in-out unit.) Contents of AR are identical to contents of AC. The address section of the instruction has no significance.

RD	00011 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SA

Jméno

`SA` — special add

Přehled

SA *x*

Popis

Add contents of memory[x] to contents of AC, storing fractional result in AC and retaining in SAM any overflow (including sign) for use with next CA, CS or CM instruction. Between sa and the next CA, CS or CM instruction for which the sa is a preparation, the use of any isntruction which clears SAM will result in the loss of the overflow with no other effect on the normal function of the operation. The following operations clear SAM without using its contents: SD, SU, SA AO DM, MR, MH, DV, **FIXME:**whirlwind.isa.sl;, **FIXME:**whirlwind.isa.sr; and **FIXME:**whirlwind.isa.sf;. CA, CS or CM clear SAM after using its contents. If the overflow resulting from the sa is to be disregarded, care must be taken to destroy it before the next CA, CS or CM instruction. The contents of memory[x] appears in AR. SAM is cleared before, but not after, the addition is performed.

SA	10101 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SD

Jméno

`SD` — sum digits

Přehled

SD *x*

Popis

The sum of the original contents of digit i of AC and original contents of digit i of register x becomes stored in digit i of AC. The final value of digit i of AC is 0 if the values of difit i of AC and register x are alike; the final value of digit i of AC is 1 if the values of digit i of AC and register x are different.

SD	00110 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SF

Jméno

`SF` — scale factor

Přehled

`SF` *x*

Popis

Multiply the contetns of AC and BR by 2 often enough to make the positive magnitude of the product equal to or greater than 1/2. Leave the finale product in AC and BR. Store the number of multiplications in AR and in last 11 digit places of memory[x], the first 5 digits being undisturbed in memory[x]. If all the digits in BR are zero and AC contains ± 0, the instruction sf x leaves AC and BR undisturbed and stores the number 33 times 2^{-15} in AR and in the last 11 digit positions of memory[x]. Negative numbers are complemented in AC before and after the multiplication (by shifting); hence ones appear in the digit places made vacant by the shift. SAM is cleared. The time varies according to the number of 0's between the binary point and first 1 in magnitude of binary fraction represented by the number AC and BR. The minimum time of 30 μs occurs when $|AC + BR| \geq 1/2$; the maximum time of 78 μs occurs when $|AC+BR| = 0$.

SF	11101 xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SI

Jméno

`SI` — select in-out unit/stop

Přehled

SI *pqr*

Popis

Stop any in-out unit that may be running. Select a particular in-out unit and start it operating in a specified mode, deignated by the digits p q r; or, stop the computer. Si 0 will stop the computer; si 1 will stop the computer only if the "Conditional Stop" switch is ON. A program alarm may occur if the computer is not ready to receive information trasmitted to it from selected in-out unit (e.g., the use of an si address if si selects Magnetic Tape, or PETR without the necassary rd instruction following). Also an inactivity alarm may result when using an rc or bo with an si instruction which selects the read mode.

SI	00000 xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SLH

Jméno

`SLH` — shift left and hold

Přehled

SLH *x*

Popis

Shift contents of AC (except sign digit) and BR to the left n places. The positive integer n is treated modulo 32; digits shifted left out of AC_1 are lost. (Shifting left n places is equivalent to multiplying by 2^n, with the result reduced modulo 1.) Leave final product in AC and BE. Do not eoundoff or clear BR. Negative numbers are complemented before the shift; hence, ones appear in the digit places made vacant by the shift of a negative number. Digit 6 (the $2^9 = 512$ digit of the address) of the instruction slh n must be a one to distinguish slh n from SLR n described below. SAM is cleared. The execution time depends upon the size of n.

SLH	11011 1xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SLR

Jméno

`SLR` — shift left and roundoff

Přehled

`SLR` *`x`*

Popis

Shift fractional contents of AC (except sign digit) and B to the left n places. The positive integer n is treated modulo 32; digits shifted left out of AC_1 are lost. (Shifting left n places is equivalent to multiplying by 2^n, with the result reduced modulo 1.) Roundoff the result to 15 binary digits and store it in AC. Clear BR. Negative numbers are complemented before the shift and after the roundoff; hence, ones appear in the digit places made vycant by the shift of a negative number. Digit 6 (the $2^9 = 512$ digit of the address) of the instruction slr n must be a zero to distinguish slr n frmo SLH n described below. The instruction slr 0 simply causes roundoff and clears BR. SAM is cleared. Roundof (ρ) may cause overflow with a consequent arithmetic check alarm if $|F\ (AC+BR)2^n+\rho| = 1$. The execution time varies according to the size of n.

SLR	11011 0xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SP

Jméno

`SP` — sub-program (transfer control)

Přehled

SP *x*

Popis

The nextinstruction from register x. If the sp instruction was at address y, clear the AR and store y+1 in the last 11 digit positions of AR. x becomes the contents of the PC.

SP	01111 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SRH

Jméno

`SRH` — shift right and hold

Přehled

SRH *x*

Popis

Shift contents of AC (except sign digit) and BR to the right n places. The positive integer n is treated modulo 32; digits shifted right out of BR_{15} are lost. (Shifting right n places is equivalent to multiplying by 2^{-n}.) Do not roundoff the result or clear BR. Result is stored in AC and BR. Negative numbers are complemented in AC before and after the shift; hence, ones appear in the digit places made vacant by the shift of a negative number. Digit 6 (the $2^9 = 512$ digit of the address) of the instruction srh n must be a one to distinguish srh n from SRR n described below. SAM is cleared. The time depends upon the size of the integer n.

SRH	11100 1xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SRR

Jméno

`SRR` — shift right and roundoff

Přehled

`SRR` *x*

Popis

Shift contents of AC (except sign digit) and BR to the right n places. The positive integer n is treated modulo 32; digits shifted right out of BR_{15} are lost. (Shifting riht n places is equivalent to multiplying by 2^{-n}.) Roundoff the result to 15 binary digits and store it in AC. Clear BR. Negative numbers are complemented before the shift and after the roundoff; hence, ones appear in the digit places made vacant by the shift of a negative number. Digit 6 (the $2^9 = 512$ digit of the address) of the instruction srr n must be a zero to distinguish srr n from SRH n described below. The instruction srr 0 simply causes roundoff and clears BR. SAM is cleared. Roundof (in an srr0) may cause overflow with a consequent arithmetic check alarm. The time depends upon the size of n.

SRR	11100 0xxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

SU

Jméno

`SU` — subtract

Přehled

`SU` *x*

Popis

Subtract contents of memory[x] from contents of AC, storing result in AC. The contents of memory[x] appear in AR. SAM is cleared. Overflow may occur giving an arithmetic check alarm if $|C(AC) - C(mem[x])| \geq 1$.

SU	10011 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

TA

Jméno

`TA` — transfer address

Přehled

`TA` *`x`*

Popis

Transfer last 11 digits of AR to last 11 digit positions of register x. The original contents of the last 11 digit positions of register x are destroyed. The ta operation is normally executed after an SP or **FIXME:**whirlwind.isa.cp; instruction in connection with sub-programming; less frequently after **FIXME:**whirlwind.isa.ao;, **FIXME:**whirlwind.isa.sf; or other operations.

TA	01010 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

TD

Jméno

`TD` — transfer digits

Přehled

`TD` *x*

Popis

Transfer last 11 digits of AC to last 11 digit positions of register x. The original contents of the last 11 digit positions of register x are destroyed.

TD	01001 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

TS

Jméno

`TS` — transfer to storage

Přehled

`TS` *x*

Popis

Transfer contents of AC to register x. The original contents of register x are destroyed.

TS	01000 xxxxxxxxxxx

Odkazy

Podobné instrukce: **FIXME:**whirlwind.isa.halt;.

Poznámky

1. http://user.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/rechner_z22.html
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Z22
3. http://www.cs.man.ac.uk/CCS/res/res04.htm#f
4. http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/

Kapitola 85. Doba transistorová

Vše co se mi podařilo sehnat o tranzistorových počítačích.

Odkazy:
- Přehled tranzistorových počítačů[1]
-

12-ti bitové počítače
- CDC-160
- LINC
- PDP-5
- PDP-8

Historie:
-
-

  1961:
  - ZUSE Z23[2] — následník Z22
  -

85.1. TX-0

* *Attributy: chapter id="tx-0" ent=TX-0*

Odkazy:
- Kolekce informací z MIT[3]
- Programy pro TX0[4]
- A Brief History of the Internet[5]
- The pre-history of the Digital Equipment Corporation[6]
- TX-0[7] on Absolute Astronomy
- L-1
- Highlights from The Computer Museum Report[8] Volume 8 — Spring 1984
-

Počítač TX-0 vznikl původně jako logických obvodů a feritových pamětí pro projektovaný tranzistorový počítač TX-2. Použité transistory byly nové SBT100 (surface barrier transistor) od firmy Philco. Jejich cena byla tehdy $80. TX-0 obsahoval kolem 3 600 takových transistorů.

Velikost datového slova uloženého v paměti byla 18-bitů a paměť byla omezena 16-ti bitovou adresou na 64K slov. Instrukce byla celá uložena v jednom slově.

85.1.1. Original TX-0 Registers and Instruction Set

Instrukční sada

Odkazy:
- MIT TX-0 INSTRUCTION SET[9]

Původní TX-0 z Lincoln Labs měl operační kód dlouhý 2 bity. Také neměl žádní indexový registr. Později, v roce 1958 při stěhování na MIT byl operační kód rozšířen ze dvou na čtyři bity a pbyl přidán indexový registr.

Dva bity operačního kódu rozlišovaly 4 instrukce. Tyto instrukce jsou ve zkratce STORE, ADD, JUMP IF LESS THAN a OPERATE

```
000000+addr  STO addr
200000+addr  ADD addr
400000+addr  TRN addr    // jump of AC0 is zero
600000+code  OPR code
```

Instrukce OPR je vlastně celá třída „mikrokódovaných“ instrukcí. Jejím parametrem není adresa ale 16 bitů. Každý z těchto bitů ovlivňuje fuknce některé části počítače a jejich vzájemnou kombinací vznikají sofistikované instrukce. Tento postup byl dále rozveden v takových počítačích jako je například 63.1.2

Instrukční slovo je široké 18 bitů. Z těchto 18-ti bitů tvoří instrukce prní dva a zbylých 16 je adresa.

Tabulka 85-1. Registry TX-0

reg	popis
MBR	Memory Buffer Register (18 bits)
AC	Accumulator (18 bits)
MAR	Memory Address Register (16 bits)
PC	Program Counter (16 bits)
IR	IR Instruction Register (2 bits)
LR	Live Register (18 bits)
TBR	Toggle Switch Buffer Register (18 toggle switches)
TAC	Toggle Switch Accumulator (18 toggle switches)

IR_0	IR_1	ABBREVIATION	INSTRUCTION
0	0	sto x	Replace the contents of register x with the contents of the AC. Let the AC remain the same.
0	1	add x	Add the word in register x to the contents of the AC and leave the sum in the AC
1	0	trn x	If the sign digit of the accumulator (AC_0) is negative (i.e., a one) take the next instruction from there. If the sign is positive (i.e., a zero) ignore this instruction and proceed to the next instruction.
1	1	opr x	Execute one of the operate class commands indicated by the number x.

85.1.1.1. Operate Class Commands

Popis instrukce, nebo lépe instrukcí třídy operate.

100 000	CLL	Clear left nine digital positions of the AC.
40 000	CLR	Clear right nine digital positions of the AC.

20 000	IOS	In-Out Stop. Stop machine so that an In-Out command (specified by digits 6,7, and 8 of MAR) may be executed.
30 000	HLT	Halt the computer.
7 000	P7H	Punch holes 1-6 in flexo tape specified by AC digital positions 2, 5, 8, 11, 14, and 17. Also punch a 7th hole in tape.
6 000	P6H	Same as P6H but no seventh hole.
4 000	PNT	Print one flexowriter character specified by AC digits 2, 5, 8, 11, 14, and 17.
1 000	R1C	Read ine line of flexo tape so that tape positions 1, 2, 3, 4, 5, and 6 will be put in the AC digital positions 0, 3, 6, 9, 12 and 15.
3 000	R3C	Read ine line of flexo tape so that tape into AC digits 0, 3, 6, 9, 12 and 15. Then cycle the AC one digital positions; read the next line on tape into AC digits 0, 3, 6, 9, 12 and 15, cycle the AC right one digital positions and read the third and last line into AC digits digits 0, 3, 6, 9, 12 and 15. (This command is equal to triple CYR-R1C.)
2 000	DIS	
2 000	DIS	Intensifi a point in the scope with x and y coordinates where x is specified by AC digits 0-8 with digit 0 being used as the sign and y is specified by AC digits 9-17 with digit 9 being used as the sign for y. The complement system is in effect when the signs are negative.
400	SHR	Shift the AC right in place, i.e., multiply the AC by 2^{-1}.
600	CYR	Cycle the AC right one digital position (AC_{17} will become AC_0
200	MLR	Store the contents of the MBR (memory buffer register) in the live reg.
100	PEN	Read the light pen flip-flops 1 and 2 into AC_0 and AC_1.
4	TAC	Insert a one in each digital position of the AC wherever there is a ine in the corresponding digital position of the TAC.
40	COM	Complement every digit in the accumulator.
20	PAD	Partial add AC to MBR, that is, for every digital position of th MBR that contains a one, complement the digit in the corresponding digital position of the AC. This is also called a half add.
10	CRY	
1	AMB	
3	TBR	
2	LMB	

Obrázek 85-1. Operate Fields

```
--1 --- --- --- --- ---   CLL
--- 1-- --- --- --- ---   CLR
--- -10 --- --- --- ---   IOS
--- -11 --- --- --- ---   HLT
--- --- 111 --- --- ---   P7H
--- --- 110 --- --- ---   P6H
--- --- 100 --- --- ---   PNT
--- --- 010 --- --- ---   DIS
--- --- --- 10- --- ---   SHR
--- --- --- 11- --- ---   CYR
--- --- --- 01- --- ---   MLR
--- --- --- --1 --- 0--   PEN
--- --- --- --0 --- 1--   TAC
```

```
--- --- --- --- 1-- ---   COM
--- --- --- --- -1- ---   PAD
--- --- --- --- --1 ---   CRY
--- --- --- --- --- -01   AMB  AC -> MBR
--- --- --- --- --- -11   TBR  TBR -> MBR
--- --- --- --- --- -10   LMB  LR -> MBR
```

85.1.1.2. Coded Operate Class Commands

700000	cll	Clear the left nine digital positions of the AC
640000	clr	Clear the right nine digital positions of the AC
620000	ios	In-Out Stop
630000	hlt	Halt the computer
607000	p7h	Punch holes 1-6 in flexo tape. Also punch a 7th hole on tape.
606000	p6h	Same as p7h but no seventh hole
CLA	opr 140000	Clear the accumulator
600002	lmb	Store the contents of the LR in the MBR

Tabulka 85-2. TX0 Combined Operate Class Commands

Opcode	Mnemo	Combination	Description
740 000	cla	cll + clr	Clear the AC.
600 031	cyl	amb + pad + cry	Cycle the AC left one digital position.
740 040	clc	cll + clr + com	Clear and complement AC
622 000	dis	ios + dis	Display (note IOS must be included for in-out cmds)
760 000		ios + cll + clr	In out stop with AC cleared

85.1.2. Modified TX-0 Register and Instruction Set

Tabulka 85-3. Registry modifikovaného TX-0

reg	popis
AC	18-ti bitový akumulátor
XR	14-ti bitový indexový registr
LR	18-ti bitový in-out registr (live registr)
MBR	18-ti memory buffer register
TBR	Toggle Switch Buffer Regisster (18 přepínačů)
TAC	Toggle Switch Accumulator (18 přepínačů)
PF	program flag register (?)

Obrázek 85-2. Instrukční slovo modifikovaného TX-0

```
 0 1 2 3 4 5  ..................  15
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|  OP   |X|         ADR            |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
```

Tabulka 85-4. Základní instrukce modifikovaného TX-0

IR_{0-3}, X	mnemo	popis
00000	sto y	Store
00001	stx y	Store AC, Indexed
00010	sxa y	Store Index in Address
00011	ado y	Add One
00100	slr y	Store Live Register
00101	slx y	Store LR Indexed
1111		

85.2. CDC 160

* ***Attributy:*** *id="cdc-160" xreflabel="CDC 160", ent=CDC-160 ent=CDC-160A*

Odkazy:

- The Control Data Corporation 160 Computer[10]
- Control Data Corporation Model 160[11]
- Characteristics Of The CONTROL DATA MODEL 160-A COMPUTER[12]
- CDC 160A[13] na Wikipedii

Počítač CDC160 byl představen v roce 1960.

Používal 12-ti bitová slova, a adresa paměti byla rovněž 12-ti bitová. To dovolovalo adresovat 4K slov.

85.2.1. Registry

CDC-160 má následující registry:

S

Memory addressing. Hlavní pamět CDC-160 má 4K slova adresované 12-ti bitovým registrem S.

P

Program Counter. Čítač programu, obsahuje adresu následující instrukce. Čítač je inkrementován po načtení instrukce.

A

Accumulator. 12-ti bitový střadač. Obsahuje výsledky logických a aritmetických operací.

85.2.2. Instrukční sada

Většina instrukcí má následující formát

Obrázek 85-3. Formát instrukcí počítače CDC-160

```
 11 10 09 08 07 06 05 04 03 02 01 00
 ___________________________________
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|
|           |     |                 |
|   Opcode  | Mode|     Address     |
|                 |                 |
|     6-bit F     |     6-bit E     |
```

Tabulka 85-5. Tabulka instrukcí CDC-160

opcode	význam	
0000	Immediate Instructions	
0001	Immediate Instructions	
0010	And	
0011	Or	
0100	Load	
0101	Load Complement	
0110	Add	
0111	Subtract	
1000	Store	
1001	Shift and Replace	
1010	Add and Replace	
1011	Add One and Replace	
1100		
1101		
1110		
1111		

Tabulka 85-6. Adresní módy CDC-160

00	Direct	Přímé adresování nulté stránky paměti. Tedy pamětových buněk na adresách 0 až 63.
01	Indirect	
10	Forward Relative	
11	Backward Relative	

Tabulka 85-7.

Opcode	Mnemonic	Description	
000 000 000 000	ERR	Halt	halt the cpu
000 000 000 ???	NOP		
000 000 000 111	NOP		
000 000 bbb vvv		bank set	$b \neq 0$
000 001 000 000	BLS		
000 001 000 001	PTA	Transmit Program Counter to Accumulator	$A \longleftarrow P$
000 001 000 010	LS1	Shift Left	
000 001 000 011	LS2	Shift Left 2	
000 001 000 100	CBC		
000 001 000 101	ATE		
000 001 000 110	ATX		
000 001 000 111	ETA		
000 001 001 000	LS3	Shift Left 3	
000 001 001 001	LS6	Shift Left 6	
000 001 001 010	MUT	Multiply by 10	
000 001 001 011	MUH	Multiply by 100	
000 001 001 100	RS1	ROR A	
000 001 001 101	RS2	ROR A,2	
000 001 010 000	CIL		
000 001 011 000	CTA		
000 001 100 xxx	SBU		
000 001 101 xxx	STP		
000 001 110 xxx	STE		
0000 10		And immediate	$A \longleftarrow A \,\&\, E$
0000 11		Or immediate	$A \longleftarrow A \mid E$
0001 00		Load	$A \longleftarrow E$
0001 01		Load Complement	$A \longleftarrow$
0001 10		Add immediate	$A \longleftarrow A + E$
0001 11		Subtract immediate	$A \longleftarrow A - E$
110x 00		Zero Jump	if x=0 then dst=P+E else dst=P-E

Opcode	Mnemonic	Description	
110x 01		Non-Zero Jump	if x=0 then dst=P+E else dst=P-E
110x 10		Positive Jump	jump if A is positive
110x 11		Negative Jump	jump if A is negative
1110 00		Jump Indirect	P ⟵ M[E]
1110 01		Jump Forward Indirect	
1111 1111 1111		Error	halt the cpu, same as Halt

Addressing modes

No Address (n)

E is used as the lower 6 bits of a 12-bit operand, the upper 6 bits being zeros. No storage reference is made.

Direct Address (d)

E is used to address one of the first 64 storage locations from which a 12-bit operand is obtained.

Indirect Address (i)

E is used to address one of the first 64 storage locations. The 12-bit contents of that location represent another address within storage. This latter address contains the 12-bit operand to be used by the instruction.

Relative Address Forward (f)

E is added to the contents of P. The sum specifies a new address where the operand to be used by the current instruction will be found.

Relative Address Backward (b)

E is subtracted from the contents of P. The resultant difference specifies a new address where the operand to be used by the current instruction will be found; this new address coannot be further than 63 locations from the current instruction. P is unchanged.

Relative Forward Indirect Address (fi)

E is added to the contents of P in order to specify one of the 63 locations immediately following the current instruction address; the 12-bit contents of that location are used to address and operand anywhere on storage. P is unchanged.

Tabulka 85-8. Instruction table for CDC 160

mnemonic	opcode	name	addr mode	exec time	comments
ERR	00	Error		6.4	Stop operation
HLT	77	Halt		6.4	

mnemonic	opcode	name	addr mode	exec time	comments
SHA	01	Shift A	(n)	6.4	Shift A depends on value E for its action. Three possibilities are: • 0102 Shift the contents of A lef end-arround 1 binary position. • 0110 Shift the contents of A left end-arround 3 binary positions. • 0112 Multiply the contents of 1 by octal 12 (decimal 10).
LPN	02	Logical Product	(n)	6.4	Form in A the logical product of original contents of A and operand. A ⟵ A && operand
LPD	10		(d)	12.8	
LPI	11		(i)	19.2	
LPF	12		(f)	12.8	
LPB	13		(b)	12.8	
LSN	03				
LSD	14				
LSI	15				
LSF	16				
LSB	17				
OUT	73	Output	(fi)	12.8 + n*12.8	Transmit to selected output device words of information from storage beginning at starting address and continuing up to but not including the termination address.
OTN	74	Output Direct	(n)	6.4	Transmit lover 6 bits (E) of this instruction to selected output device. If more than 6 bits are used by output equipment other bits will be zero.
EXF	75	External Function	(f)	12.8	Transmit external function code to external equipment. The code is specified by contents of storage location E positions following external function instruction.
INA	76	Input to A	(n)	6.4	Read into A one frame of data from selected input device, clearing previous contents of A.

85.2.2.1.

85.2.2.2. Podprogramy

CDC 160 nemá žádnou instrukci pro volání podprogramů. Toto lze ale realizovat následující posloupností instrukcí.

```
// Call p
x  : 0100 1000 0000  -- Load Forward Relative
x+1:       x+6       -- (return address)
x+2: 1000 0100 0000  -- Store Indirect
x+3:        p        -- (destitnation return link)
x+4: 1110 0100 0000  -- Jump Forward Indirect
x+5        p+1       -- (destination address)

// Subroutine P
p-1: 1110 0100 0000  -- Jump Forward Relative
p  :        -        -- (return address)
p+1:      ....       -- Entry Point of P
          ....       -- (function body)
p+n: 1110 0100 0000  -- Jump Forward Indirect
   :       p-1       -- (address of return jump)
```

85.3. CDC 160A

* ***Attributy:*** *section id="cdc160a"*

* ***FIXME:****TBD.*

Odkazy:

- CDC 160A[14]

85.3.1. Instrukční sada

*

Tabulka 85-9.

Opcode	Mnemonic	Description	Timing
0000	ERR	Error Stop	1
01..		Fixed Shift	
02..		And	
03..		Or	
04..		Load	
05..		Load complement	
06..		Add	
07..		Subtract	
10..		And (direct)	
11..		And (indirect)	
12..		And (relative forward)	
13..		And (relative backward)	
14..		Or (direct)	
15..		Or (indirect)	
16..		Or (relative forward)	
17..		Or (relative backward)	

F	E	G	Mnemonic	Name	Timing
Stop Commands					
001x			Shift relative (memory reference control to Bank x)	1	
Shift Commands					
01	EE			Fixed Shift	
02	EE			And	
03	EE			Or	
04	EE			Load	
05	EE			Load complement	
06	EE			Add	
77	00		HLT	Halt	1
77	77		HLT	Halt	1
Data Transmission Commands					
01	00	XXXX	BLS	Block Store	1-2
01	14		RS1	Right Shift One	1
01	15		RS2	Right Shift Two	1

85.4. ARC-1 — The Average Response Computer

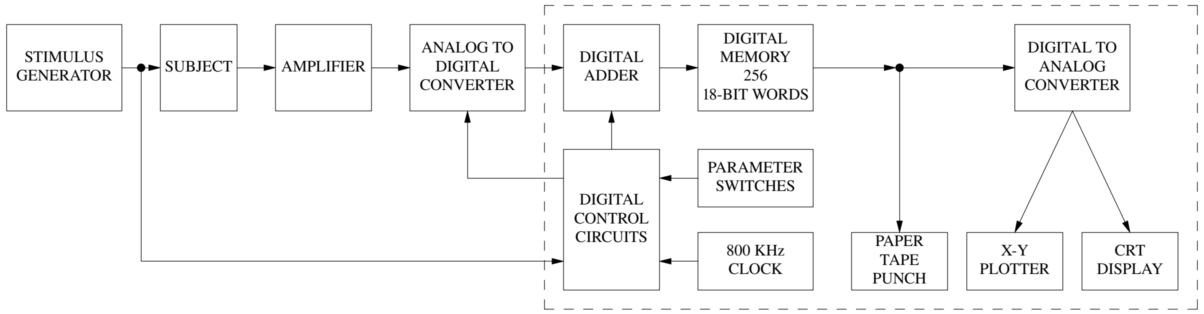
* ***Attributy:*** *id="ARC-1"*

Odkazy:

- The Genesis of a Technological Revolution[15]
-

Nástroj který vyvinul W.A.Clark (Lincoln Laboratory) na Center Development Office for Computer Technology in the Biomedical Sciences pro Mary A.B. Brazier. ARC-1 není univerzální počítač, ale specializovaný stroj pro neurofiziologické experimenty. Tento přístroj byl vyroben v Lincoln Laboratory, byl postaven z digitálních transistorových obvodů a byl dostatečně rychlý pro zpracování experimentálních dat v reálném čase.

Obrázek 85-4. Blokové schéma ARC-1



85.5. LINC [1962]

* ***Attributy:*** *id="LINC", ent=LINC*

Odkazy:

- LINC Computer[16]
- LINC MODE PROGRAMMING[17] from PDP-12 User's Manual
- The LINC was early and small[18] ACM PORTAL
- WES CLARK LECTURE NOVEMBER 18. 1981[19]
- The Genesis of a Technological Revolution[20]
-
-

Fakta:

- Postaven v roce 1962 na MIT.
- Přímí předchůdci: TX-0, ARC-1 a L-1
- Konstrukce LINC ovlivnila PDP-4, a PDP-5.
- Bylo postaveno přes 1200 kusů.
-
-

LINC je zkratka pro Laboratory Instrument Computer.

Obrázek 85-5. Formáty instrukcí LINC-8

```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  11
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| opcode|               address                 | Full Address
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0 | 1 |     opcode      | I |       B       | B-class
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0   0 |     opcode      | I |               | a-class
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 85-6. Direct Address Instruction Format of LINC

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10| 11|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| opcode|               address                 | Full Address
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 85-10. Základní instrukc (Full Address) LINC

kód	název	popis
00		Instrukce třídy B, C, ...
01y yyy yyy yyy	ADD Y	ACC+mem[Y]⟶ACC
10y yyy yyy yyy	STC Y	ACC⟶mem[Y]; 0⟶ACC
11y yyy yyy yyy	JMP Y	PC⟶mem[0]; Y⟶PC

Obrázek 85-7. iβ

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10| 11|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0 | 1 |     opcode    | I |       B       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Tabulka 85-11. Základní instrukce LINC

kód	název	popis
	ADD	
	STC	
	JMP	

Pokud B není 0 tak je to adresa jednoho z 15 B registrů. Ty jsou umístněny v paměti od adresy 0001 do 0017 (oktalově).

Tabulka 85-12.

0	00	adresa je čtena ze slova následujícího za instrukcí (absolutní mód)
1	00	data jsou čtena ze slova následujícího za instrukcí (immediate mode)
0	01-17	adresa je čtena z B registru
1	01-17	B registr je zvětšen o jedničku a je z něj přečtena adresa

85.6. L-1

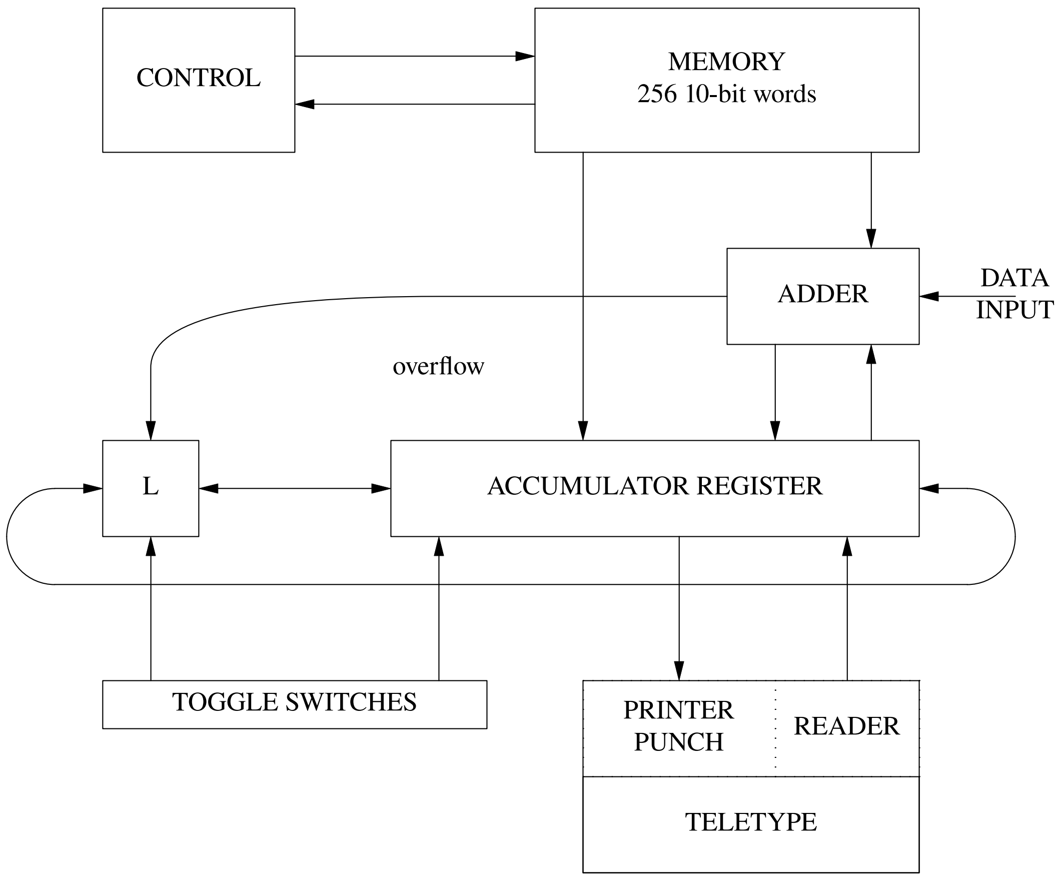
* ***Attributy:*** *id="L-1", ent=L-1*

Odkazy:

- A FUNCTIONAL DESCRIPTION OF THE L-1 COMPUTER[21]

Počítač postavený okolo roku 1960 v Lincoln Laboratory v Massachusetts Institute of Technology. Počítač je velmi malý, bez vstupně výstupního elektronického psacího stroje zabírá 4 kubické stopy. Vykoná až 80 tisíc 10-ti bitových operací za sekundu. Jeho instrukční sada vychází z konstrukce TX-0

Obrázek 85-8. Blokové schéma L-1




```
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   0 |             adresa            |  JP adresa
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 0   1 |             adresa            |  AD adresa   (A←—A+M)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   0 |             adresa            |  ST adresa   (A—→M_adresa; 0—→A)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| 1   1 | CL| CP| SR| SL| RS| SA| PR| RT|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

Obrázek 85-9. Instrukce L-1

	0–1	2	3	4	5	6	7	8	9
JP adresa	**0 0**	adresa							
AD adresa	**0 1**	adresa							
ST adresa	**1 0**	adresa							
operate	**1 1**	CL	CP	SR	SL	RS	SA	PR	RT

Data se do počítače dostávají třemi kanály, dálnopisem s 5-ti stopou děrnou páskou, přepínači na předním panelu a vstupním datovým kanálem.

Výstup je realizován derovačem 5-ti stopé děrné pásky dálnopisným strojem.

Výpočet začíná spuštěním stroje v *load* módu. V tomto se načte prvních 32 znaků z děrné pásky a uloží do prvních 16-ti slov operační paměti. Poté je spuštěn právě načtený program od adresy 0.

Tabulka 85-13.

code	mnemo	name	description
`00 xxxxxxxx`	jp	jump	if A_0=0 then x⟶P else P+1⟶P (mod 256)
`01 xxxxxxxx`	ad x	add	$A+M_x$ ⟶ A; Overflow∨L ⟶L
`10 xxxxxxxx`	st x	store	A⟶M_x; 0⟶A
`11 10000000`	cl	clear	0⟶A; 0⟶L
`11 01000000`	cp	complement	¬A ⟶A
`11 00100000`	sr	shift right	A_i ⟶A_{i+1} [i=0,1,. . . ,8]; A_9⟶L; L⟶A_0
`11 00010000`	sl	shift left	
`11 00001000`	rs	read switches	T∨A⟶A; T_{10}∨L⟶L
`11 00000100`	sa	sample	A+Y ⟶ A; Overflow∨L⟶L
`11 00000010`	pr	print	$A_{5\text{-}9}$⟶P; 1111111111⟶A 1⟶L
`11 00000001`	rt	read tape	R⟶$A_{0\text{-}4}$; R⟶$A_{5\text{-}9}$

85.7. Control Data Corporation Model 1604

Odkazy:

- Control Data Corporation Model 1604[22]
-

Velký (sálový) počítač. Používal 48-mi bitová slova. Instrukce byly 24 bitové. Do jednoho slova se tedy vešly dvě. Pamět s feritových prstýnků měla 32K slov po 48 bitech.

85.8. Eliot

Odkazy:

- The first computer I programmed[23]
- Elliot 803[24] na Wikipedii
-
-
-
-

85.9. Další počítače

Odkazy:

-

•

85.9.1. IBM 1130

Odkazy:

- IBM1130.org[25]

Pamět počítače byla 4 až 32K 16-ti bitových slov

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_transistorized_computers
2. http://www.computerhistory.org/projects/zuse_z23/
3. http://www.bitsavers.org/pdf/mit/tx-0/
4. http://www.bitsavers.org/bits/MIT/tx-0/
5. http://www.businessweek.com/chapter/segaller.htm
6. http://www.cs.man.ac.uk/CCS/res/res04.htm#f
7. http://www.absoluteastronomy.com/topics/TX-0
8. http://ed-thelen.org/comp-hist/TheCompMusRep/TCMR-V08.html
9. http://www.bitsavers.org/pdf/mit/tx-0/MIT_TX-0_InstructionSet.txt
10. http://www.cs.uiowa.edu/~jones/cdc160/
11. http://ed-thelen.org/comp-hist/BRL61-c.html#CDC-160
12. http://ed-thelen.org/comp-hist/CDC-160-A-prel.html
13. http://en.wikipedia.org/wiki/CDC_160A
14. http://ed-thelen.org/comp-hist/cdc-160a.html
15. http://history.nih.gov/exhibits/linc/docs/page_06.html
16. http://www.smecc.org/linc_computer.htm
17. http://users.rcn.com/crfriend/museum/doco/PDP-12/UG-Chap3s3.html
18. http://portal.acm.org/citation.cfm?id=12178.12187
19. http://ed-thelen.org/comp-hist/lecture-Wes-Clark3.html
20. http://history.nih.gov/exhibits/linc/index.html
21. http://www.bitsavers.org/pdf/mit/lincolnLaboratory/51G-0012_Functional_Description_of_the_L1_Computer_Mar60.pdf
22. http://ed-thelen.org/comp-hist/BRL61-c.html#CDC-1604
23. http://www.g6lvb.com/803.htm
24. http://en.wikipedia.org/wiki/Elliott_803
25. http://ibm1130.org

Kapitola 86. Doba mikroprocesorová

S příchodem mikroprocesorů se podstatně snížila velikost cena i dostupnost počítačů. Počítače přesunuli z oblasti exklusivních strojů zabírajících celé místnosti nebo alespoň dostatečně veliké či malé skříně do oblasti malých, jednodeskových strojů s masovým nasazením.

86.1. I8008

První 8-mi bitový mikroprocesor. Vyroben firmou Intel. Jedná se o předchůdce procesoru 8080. Je to jeden z prvních mikroporcesorů o kterém vím že byl nasazen v dostupné počítačové technice.

Počítače postavené na I8008:

- **SCELBI-8H [1973]:**
  - SCELBI[1] na Wikipedii
  -
- **MARK-8 [1974]:**
  - Mark-8[2] na Wikipedii
  - Mark-8 Minicomputer[3]

86.2. RCA1802

Počítače postavené na RCA1802:

- **COSMAC MICROTUTOR [1976]:**
  - RCA COS/MAC MICROTUTOR[4]
  -
- **COSMAC ELF [1976,1977]:**
  - COSMAC ELF[5]
  - COSMAC ELF[6] na Wikipedii
  - Elf 2000[7]
  - Build The COSMAC "ELF" A Low-Cost Experimenter's Microcomputer[8] v Popular Electronics, srpen 1976
  -
- **COSMAC VIP [1977]:**
  - COSMAC VIP[9] na Wikipedii
  - RCA Cosmac VIP[10] na OLD-COMPUTERS.COM

*

86.3. I8080

* *TEMPLATE*

86.4. Z80

Počítače a mikropočítače s procesorem Z80. Zde jsou uvedeny jen komerčně vyráběné a prodávané, nebo velmi významné historické konstrukce. Pokud se zajímáte a aktuální konstrukce, ty jsou uvedeny v kapitole o mikroprocesoru Z80.

Odkazy ZX Spectrum a klony:

- 33
- Didaktik Gama 192KB[11] Nový Klon ZX Spectra 128KB
- PENTAGON-1024 SL[12]
- Sinclair ZX Spectrum FAQ[13] —
- comp.sys.sinclair FAQ[14] —
- Sprinter[15] — stránka je v ruštině
-

Odkazy Sinclair ZX mix a různé:

- Computer case which is worth considering[16]
- Sinclair User Archive[17]
- ZX MMC[18]
- Sinclair User[19]
- CRASH[20]
- Postavte si doma pořádný počítač![21]
-

Fóra:

-
- WaveMate_Computers[22]

Simulátory:

- Z80-SIM[23]
-

86.4.1. Sinclair ZX80/ZX81 a klony

* ***Attributy:*** *id="ZX80"*

Odkazy ZX80:

- ZX80[24]
- Another Sinclair ZX80 page![25]
- planet sinclair[26]
- Sinclair ZX80[27] na oldcomputers.net
- ZX81 RULES OK![28]
-

Odkazy ZX81:

- ZX-Team[29]
- Grafika na osmibitových počítačích firmy Sinclair[30] Pavel Tišnovský [2009-06-25]
- ZX81 / TIMEX 1000/1500 COMPETITIONS[31]
- ZX81 MMC Redux[32]
- La Page de Didier, Club Zx81[33]
- ORDI-5[34] [francouzsky]
- ZX81.de — ZX-TEAM-homepage[35]
-
-

ZX80 je první počítač vyrobený firmou Cliva Sinclaira v Británii. Byl to první mikropočítač s nízkou cenou pro velmi široké masy. Jeho konstrukce postavaná okolo procesoru Z80 je velmi jednoduchá. O videosignál je generován procesorem jen s minimální podporou hardware. Celá elektronika se vešla na jednu malou PCB.

ZX81 je vylepšená verze ZX80. Hlavním rozdílem je, že místo většiny obvodů byl použit zákaznický obvod ULA vyrobený firmou Feranti.

Fóra:

- Sinclair ZX80 / ZX81 Forums[36] — Discussion forums for users of the Sinclair ZX80 / ZX81 and their clones
- forum.tlienhard.com[37] — Das Forum für ZX81 und Amiga Freunde [německy]
-
-
-

Klony:

- TL801 italská replika ZX80
- Microace americká replika ZX80
-

86.4.1.1. Grant Searle ZX80

*

Odkazy:

- How to build your own ZX80/ZX81 [2010-01-22][38]
-

86.4.2. ZX Spectrum

Odkazy:

- ZX Design Info[39] —A site dedicated to the reverse engineering of the ZX Spectrum and related projects
- World of Spectrum Forums[40]

86.5. MC6800

* *TEMPLATE*

86.6. 6502

* *TEMPLATE*

86.7. Altair

Odkazy:

- Welcome to AltairKit.com! Home of the New Altair 8800 Kit! [41]
-

Altair 8080, původní, byl osazen procesorem 8080. Později byly zkonstruovány procesorové desky s jinými procesory. Proto jej uvádím zde a ne u procesoru 8080.

86.8. IMSAI

Odkazy:

- The Official Home Page of IMSAI[42]
- IMSAI Documentation[43]
-
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/SCELBI
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Mark-8
3. http://www.bytecollector.com/mark_8.htm
4. http://www.decodesystems.com/cosmac/index.html#microtutor
5. http://homepage.mac.com/ruske/cosmacelf/
6. http://en.wikipedia.org/wiki/COSMAC_ELF
7. http://www.sparetimegizmos.com/Hardware/Elf2K.htm
8. http://incolor.inebraska.com/bill_r/elf/html/elf-1-33.htm
9. http://en.wikipedia.org/wiki/COSMAC_VIP
10. http://www.old-computers.com/museum/doc.asp?c=543
11. http://electronics.mysteria.cz/gama192cz/index.htm
12. http://pentagon.nedopc.com/
13. http://www.nvg.ntnu.no/sinclair/faq/index.html
14. http://www.sinclairfaq.com/cssfaq/
15. http://winglion.ru/sprinter/
16. http://www.sincuser.f9.co.uk/023/hardwre.htm
17. http://www.sincuser.f9.co.uk/index.htm
18. http://www.robsonfamily.dsl.pipex.com/mmc/mmc.htm

19. ftp://ftp.worldofspectrum.org/pub/sinclair/magazines/SinclairUser/SinclairUserViewer.html
20. http://www.crashonline.org.uk/
21. http://www.mcu.cz/news.php?extend.1540.7
22. http://groups.google.com/group/wavemate_computers
23. http://www.unix4fun.org/z80pack/index.html
24. http://www.zx81.de/english/zx80_e.htm
25. http://www.xs4all.nl/~fjkraan/comp/zx80/
26. http://www.nvg.org/sinclair/computers/zx80/zx80.htm
27. http://www.oldcomputers.net/zx80.html
28. http://www.user.dccnet.com/wrigter/
29. http://www.fischerkai.de/zxteam/
30. http://www.root.cz/clanky/grafika-na-osmibitovych-pocitacich-firmy-sinclair/
31. http://zx81.republika.pl/
32. http://arduinonut.blogspot.com/2010/02/zx81-mmc-redux.html
33. http://zx81.ordi5.free.fr/didier/
34. http://zx81.ordi5.free.fr/
35. http://www.zx81.de/
36. http://www.rwapservices.co.uk/ZX80_ZX81/forums/
37. http://forum.tlienhard.com/phpBB3/index.php
38. http://home.micros.users.btopenworld.com/zx80/zx80.html
39. http://www.zxdesign.info/
40. http://www.worldofspectrum.org/forums/index.php
41. http://www.altairkit.com/creation_of_a_kit_story.html
42. http://www.imsai.net/
43. http://www.hartetechnologies.com/manuals/IMSAI/

Kapitola 87. Nezařazené stroje

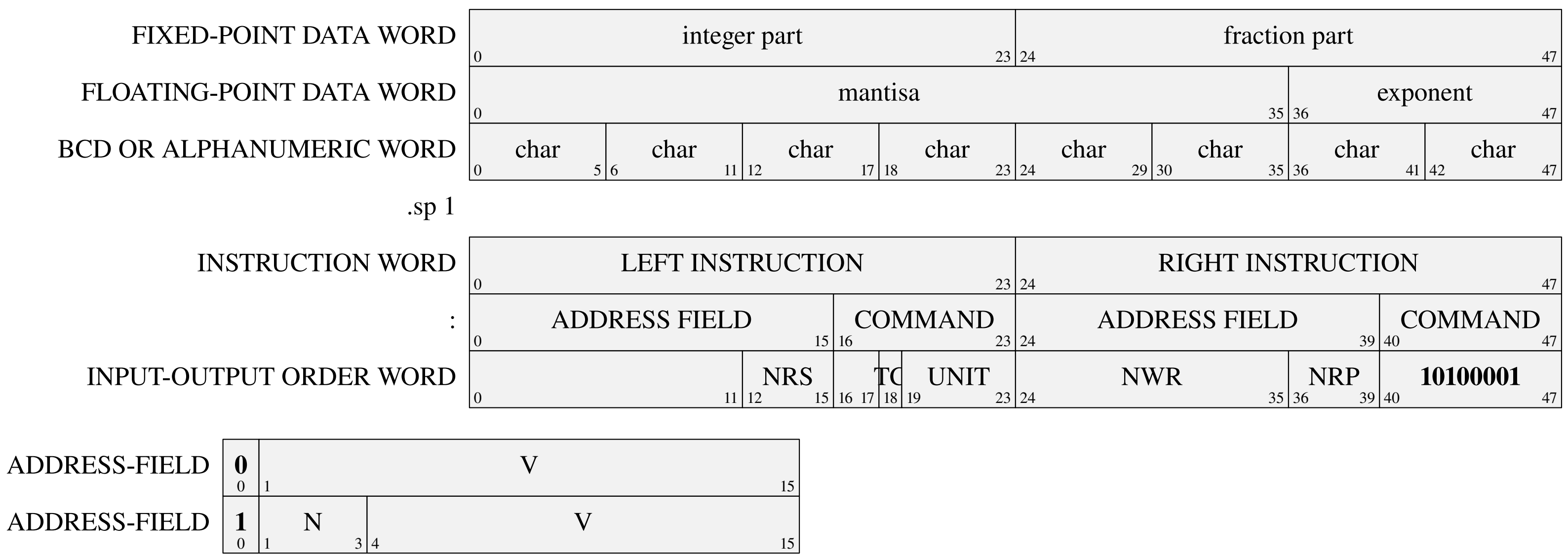
*

Do této kapitoly umístňuji popisy počítačů které jsem zatím nezařadil do předchozích kapitol.

87.1. Philco 212

*

Obrázek 87-1. Formáty dat a instrukcí Philco 212



Tabulka 87-1. Instrukce

mnemonic	code4	popis
AM	1000	Add Memory
FAM	3000	
AMS	1001	Add memory and Store
FAMS	3001	
	0000	
	0000	

Kapitola 88. Historie na videu

*

Triumph of the Nerds:

- 1 - 1[1]
- 1 - 2[2]
- 1 - 3[3]
- 1 - 4[4]
- 1 - 5[5]
- 1 - 6[6]
- 2 - 1[7]
- 2 - 2[8]
- 2 - 3[9]
- 2 - 4[10]
- 2 - 5[11]
- 2 - 6[12]
- 3 - 1[13]
- 3 - 2[14]
- 3 - 3[15]
- 3 - 4[16]
- 3 - 5[17]
- 3 - 6[18]

How the Altair 8800 started the PC revolution:

- 1[19]
- 2[20]

Pirates of silicon valley:

- 1[21]
- 2[22]
- 3[23]
- 4[24]
- 5[25]
- 6[26]
- 7[27]
- 8[28]
- 9[29]
- 10[30]
- Steve Wozniak talks about Pirates of Silicon Valley[31]

Nerds 2.0.1

- episode 1 part 1[32]
-

Poznámky

1. http://www.youtube.com/watch?v=3jV3JdtaOGc
2. http://www.youtube.com/watch?v=k4SHjp0Z-7M
3. http://www.youtube.com/watch?v=Dc5-2unzD9A
4. http://www.youtube.com/watch?v=pyKlNjwR03M

5. http://www.youtube.com/watch?v=hZnZvOxg8Ks
6. http://www.youtube.com/watch?v=xi-g0ievM-4
7. http://www.youtube.com/watch?v=rKw3KM3MmLo
8. http://www.youtube.com/watch?v=viANWOeGc1I
9. http://www.youtube.com/watch?v=hvun38EreIE
10. http://www.youtube.com/watch?v=wBGJJdCnJMw
11. http://www.youtube.com/watch?v=R8xIdkw6Zvk
12. http://www.youtube.com/watch?v=lKk5a6hgbgM
13. http://www.youtube.com/watch?v=qrnmMgBBfNI
14. http://www.youtube.com/watch?v=Yp6RMfYcrH0
15. http://www.youtube.com/watch?v=enz4q96TQLE
16. http://www.youtube.com/watch?v=Sil44rEFzMc
17. http://www.youtube.com/watch?v=tL9mujB-LlA
18. http://www.youtube.com/watch?v=D_QEso4nZ0c
19. http://www.youtube.com/watch?v=WVwfDA4watU
20. http://www.youtube.com/watch?v=pfRBwBP_uTA
21. http://www.youtube.com/watch?v=xflXMZL2stU
22. http://www.youtube.com/watch?v=sHM82fF2ta8
23. http://www.youtube.com/watch?v=BCgB5fITxA4
24. http://www.youtube.com/watch?v=ZYDL_ZHMdvU
25. http://www.youtube.com/watch?v=1ZU2ncF2NFw
26. http://www.youtube.com/watch?v=DcWjOodAtoE
27. http://www.youtube.com/watch?v=wIeSqEBGNHM
28. http://www.youtube.com/watch?v=J9GGdsepMGU
29. http://www.youtube.com/watch?v=4Vw0QVT40CM
30. http://www.youtube.com/watch?v=6DstZQlJx-o
31. http://www.youtube.com/watch?v=1lx9JsSTklI
32. http://www.youtube.com/watch?v=QpAlKeukMys

Kapitola 89. Osobnosti

* **Attributy:** *id="osobnosti"*
* *Kapitola generovaná z databáze. Část informací je zde ručně.*

Jména a krátké informace o lidech jenž dělali počítače.

89.1. Howard Aiken

*

Pracoval s Grace Hopper na počítači MARK I (ASCC).

Příslušník armády.

89.2. Sergei Alexeevich Lebedev (1902-1974)

- Sergei Alexeevich Lebedev[1]

Pod jeho vedením bylo vytvořeno 15 elektronických počítacích strojů.

V roce 1945 byl součástí týmu který vytvořil první analogový počítač v Sovětském Svazu.

Podílel se na stvoření počítačů MESM, SESM, BESM-2, M-20, BESM-6

89.3. David L. Jones (*19xx)

Odkazy:

- YouTube: EEVblog[2]
- EEVblog Electronics Community Forum[3]
- EEVBlog[4] — Electronics Engineering Video Blog; No script, no fear, all opinion.

David L. Jones, známý také jako Dave Jones je Australský elektronik známý svým videoblogem o elektronice na YouTube.

Doporučené knihy:

- iWoz[5]
- High-Speed Signal Propagation[6] Advanced Black Magic, Howard Johnson, Martin Graham
- High-Speed Digital Design[7] (Handbook of Black Magic)
- The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing[8] By Steven W. Smith, Ph.D. (na webu zdarma jako pdf)
- The Art of Electronics[9] Paul Horowitz, Winfield Hill
-
-

Doporučené weby:

- FindChips.com[10]
- ANT the power of less[11]
-

•

89.4. Grace Hopper (*1906, †1992)

Odkazy:

- Wikipedia[EN]: Grace Hopper[12]
- Wikipedie[CZ]: Grace Hopperová[13]
- Grace Murray Hopper[14]
-

Grace Murrayová Hopperová, narozená 9. prosince 1906, zemřela 1. ledna 1991. Byla americká matematička, počítačová vědkyně a důstojnice amerického námořnictva.

Pracovala spolu s Howardem Aikenem na počítači MARK I (ASCC). Zaměstnána u námořnictva USA (USA Navy).

Učila matematiku. V té době byla výuka matematiky (classified occupation)

Autorka prvního manuláu k počítači, ASCC operational manual[15].

89.5. Hans R.Camenzind (*1934)

Odkazy:

- Hans R. Camenzind[16]
-

Hans R. Camenzind se narodil v Zurichu ve Švýcarsku v roce 1934. Vystudoval na elektro inženýra v Northeastern University[17] a MBA na Santa Clara University[18]. Po několika letech práce v okolí Bostonu (USA) se přestěhoval na západní pobřeží a nastopil do firmy Signetics[19] a později založil vlastní firmu, Interdesign. Tu po několika letech prodal Ferranti[20]. Od té doby pracuje jako nezávislý konsultant v navrhování analogových intergovaných obvodů.

Během své kariéry napsal tři učebnice a navrhl první integrovaný zesilovač ve třídě D. Implementoval koncept fázového závěsu do intergovaného obvodu, navrhl několik zákaznických integrovaných obvodů a stvořil známý 555. Do roku 2006 navrhl celkem 140 standardních a zákaznikcých integrovaných obvodů.

89.6. Harlan Anderson

Zakladatel firmy DEC. Tu založil spolu s Kenem Olsonem v roce 1957.

89.7. Jeri Ellsworth

Odkazy:

- Jeri Ellsworth[21] na Wikipedii
- Jeri Ellsworth Dot Com[22]

POPIS

89.8. Ken Olson

Zakladatel firmy DEC. Tu založil spolu s Harlanem Andersonem v roce 1957.

Olson s Andersonem pracovali v Lincoln Labs kde navrhli hlavní části AN/FSQ-7, TX-0 a TX-2. Chtěli mít vlastní firmu na vývoj a výrobu počítačů. Proto založili DEC.

89.9. Saul Dinman

Odkazy:

- http://www.cs.uiowa.edu/~jones/arch/risc/
-

Architekt PDP-8/S. Poté co opustil DEC, založil GRI Computer Corporation. Zkonstruoval počítač GRI-909.

89.10. Seymour Cray

Autor řady počítačů a superpočítačů.

- CDC-160
- CDC-1604
-

89.11. Stave Wozniak (*1950-08-11)

Odkazy:

- Woz.Org[23]
- iWoz[24]

Steve Wozniak (Woz) je konstruktér počítačů Apple I, Apple II a Apple III. Je jeden ze zakladatelů Apple Computer Inc.

Napsal knihy:

- iWoz – Steve Wozniak muž, který postavil první osobní počítač[25]
-

Doporučené weby:

-
-

89.12. William Friedman

Americký kryptoanalytik.

Poznámky

1. http://www.thocp.net/biographies/lebedev_sergei.html
2. http://www.youtube.com/user/EEVblog#p/u/187/u2yRR4G3yTA
3. http://www.eevforum.com/
4. http://www.eevblog.com/
5.
6.
7.
8. http://dspguide.com/
9.
10. http://www.findchips.com/
11. http://thisisant.com/
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Grace_Hopper
13. http://cs.wikipedia.org/wiki/Grace_Hopper
14. http://www.thocp.net/biographies/hopper_grace.html
15. http://www.bitsavers.org/pdf/harvard/MarkI_operMan_1946.pdf
16. http://en.wikipedia.org/wiki/Hans_R._Camenzind
17. http://en.wikipedia.org/wiki/Northeastern_University,_Boston
18. http://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Santa_Clara
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Signetics
20. http://en.wikipedia.org/wiki/Ferranti
21. http://en.wikipedia.org/wiki/Jeri_Ellsworth
22. http://www.jeriellsworth.com/
23. http://www.woz.org
24. http://www.iwoz.org
25.

Kapitola 90. Staré časopisy

Zde uvádím seznam historických časopisů věnovaných elektronice a výpočetní technice o jejichž existenci aspoň vím. Tam kde to jde uvádím odkazy na internetové archivy.

Creative Computing

Časopis byl pulbikován od roku 1974 až do roku 1985. Byl orientován na hobby a věnoval se všem platformám. S časopisem vyšla také rozsáhlé přílohy „The Best of Creative Computing“.

Odkazy:

- Creative Computing Magazine[1] na ATARIARCHIVES.ORG
- Creative Computing[2] na Wikipedii

Popular Electronics

Circuit Cellar

Nuts and Volts

Odkazy:

- Nuts and Volts[3] the magazine for the electronics and hobbyist

Poznámky

1. http://www.atarimagazines.com/creative/
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Creative_Computing
3. http://www.nutsvolts.com

Kapitola 91. Operační systémy a softwarové vybavení

*

91.1. OS-9/6809

*

Odkazy:

- NitroOS-9[1] OS-9 Level II pro Tandy CoCo3
- RTSI OS9 World Wide Archive[2]
-
-

91.2. FLEX

Odkazy:

- FLEX Documentation[3] na FLEX User Group
- The Missing 6809 UniFLEX Archive[4]

Poznámky

1. http://sourceforge.net/apps/mediawiki/nitros9/index.php?title=Main_Page
2. http://www.rtsi.com/wwa.html
3. http://www.evenson-consulting.com/flexusergroup/fug4.htm
4. http://www.rtmx.com/UniFLEX/

Kapitola 92. Počítače ve vesmíru a v letadlech

Odkazy:

- Block I Apollo Guidance Computer (AGC): How to build one in your basement[1]
- Computing in the Soviet Space Program[2]
- MIL-STD-1750[3]
-

Odkazy:

- Argon-17 Computer[4]
- POISK Architecture ???
- Lockheed Martin Orders Teledyne Controls' Airborne Data Loaders and Air Data Computers For C-130 Upgrade[5]
- Russian Airborne Computers[6] [2001-09-01]
- Spaceborne Processor and Avionics Papers[7] na NASA Office of Logic Design
-

92.1. 1750A

Odkazy:

- MIL-STD-1750A Military Standard Sixteen-Bit Computer Instruction Set Architecture[8]
-

Fakta:

- Procesor má 16-ti bitovou architekturu, 16-bit datová sběrnice a původně 16-bit adresová sběrnice.
- Obsahuje 16 obecných registrů každý v délce 16-bitů.
-
-
-

Procesory založené na MIL-STD-1750A byly obvykle programovány v jazyku JOVIAL[9]

Obrázek 92-1. Registry

```
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                              GR0                              |
|                              GR1                              |
|                              ...                              |
|                             GR14                              |
|                             GR15                              |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+


+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                    Instruction Counter (IC)                   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

                        Status Word (SW)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|      CS       |   Reserved    |      PS       |      AS       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

```
   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15

                       Fault Register (FT)
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|Memory |  Parity    |  I/O  |Spa|    Illegal     |Res|   BITE    |
|Protect|            |       |re |                |rvd|           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
```

92.1.1. Istrukce MIL-STD-1750A

Odkazy:

- 4.2. Instruction Formats[10]
-
-

Obrázek 92-2. 1750A Register-to-Register Format

```
 MSB                                                         LSB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|            Opcode             |      GR1      |      GR2      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
```

Obrázek 92-3. 1750A Counter Relative Format

```
 MSB                                                         LSB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|            Opcode             |         Displacement          |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
```

Obrázek 92-4. 1750A Base Relative Format

```
 MSB                                                         LSB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        Opcode         |  BR   |         Displacement          |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15

  BR = 0  general register 12
  BR = 1  general register 13
  BR = 2  general register 14
  BR = 3  general register 15
```

Obrázek 92-5. 1750A Base Relative Indexed Format

```
 MSB                                                         LSB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|        Opcode         |  BR   |    Op.Ex.     |      RX       |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
```

```
BR = 0  general register 12
BR = 1  general register 13
BR = 2  general register 14
BR = 3  general register 15
RX = 0  no indexing
```

Obrázek 92-6. 1750A Long Instruction Format

```
 MSB                                                            LSB
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|    Opcode     |  GR1  |  RX   |     16-Bit Address Field      |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
 0 1 2 3       7 8     11 12   15 16                            31
```

Obrázek 92-7. 1750A Immediate Opcode Extension Format

```
 MSB                                                            LSB
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|    Opcode     |  GR1  |Op.Ex.|      16-Bit Immediate Data     |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
 0 1 2 3       7 8     11 12   15 16                            31
```

Obrázek 92-8. 1750A Special Format

```
 MSB                                                            LSB
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|            Opcode             |            Op.Ex.             |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
  0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15
```

92.2. IBM AP-101

Odkazy:

- IBM AP-101[11] na Wikipedii
-
-
-

*

Fakta:

- Jeden z nejmodernějších čelnů rodiny IBM System/4 Pi
- Architektura IBM 360
- Mikroprogramový
- Původně 16-ti bitová adresa, později rozšířena na 20 bitů. A tedy schopnost adresovat 1MB operační paměti.
- Použit zejména v raketoplánech, stíhačkách F15
-
-
-

92.3. Magic I

Odkazy:

- magic[12] na bitsavers.org

Počítač určený pro použití v letecké a raketové technice. Sériové zpracování data ⟶ pomalý. Paměť 4096 24-bitových slov. Instrukce 12 bitů. V jednom slově jsou dvě. Při konstrukci jsou použity obvody Micrologic firmy Fairchild. Toto jsou jedny z prvních integrovaných logických obvodů. Zapouzdření je v kulatých (tranzistorových) pouzdrech s více vývody (8 vývodů).

92.4. TRADIC

Odkazy:

- The Industrial Era 1952 - 1954[13]
-

Tento tranzistorový počítač, postavený firmou Bell Telephone Laboratories v roce 1953, byl instalován v bombardovacím letadle B52. Počítač obsahoval asi 800 tranzistorů.

Poznámky

1. http://klabs.org/history/build_agc/
2. http://web.mit.edu/slava/space/introduction.htm
3. http://en.wikipedia.org/wiki/1750A
4. http://www.computer-museum.ru/english/argon17.htm
5. http://www.teledyne-controls.com/newscenter/2004/adl-adc_lokcheed_martin.asp
6. http://www.aviationtoday.com/av/issue/feature/Russian-Airborne-Computers_12840.html
7. http://www.solarstorms.org/SEUcomputers.html
8. http://www.xgc.com/manuals/m1750-ada/m1750/book1.html
9. http://en.wikipedia.org/wiki/JOVIAL
10. http://www.xgc.com/manuals/m1750-ada/m1750/x524.html
11. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_AP-101
12. http://www.bitsavers.org/pdf/ac_delco/magic/
13. http://www.thocp.net/timeline/1952.htm

Kapitola 93. Počítače ve zbraních (raketách, bombách, ...)

*

Odkazy:

-
-

93.1. Minuteman-I Autonetics D-17 flight computer

*

Odkazy:

- LGM-30 Minuteman[1]
-

Tento palubní/letový počítač používal jako paměť programu rotující magnetický disk. Program byl uložen v 2560 slovech na 20-ti stopách. Slova měla velikost 24 bitů. Po nahrání programu se deaktivovaly zápisové hlavy. Disk také obsahoval jednu modifikovatelnou stopu s 128 slovy. Otáčka disku trvala 10ms, a okolo toho se točilo veškeré zpracování data.

Palubí počítač byl umístněn v prstenci těsně za hlavicí. Podle obrázků byl realizován z diskrétních komponent (tranzistorů a pasivních součástek) na deskách s plošnými spoji.

93.2.

Odkazy:

- Střelecký počítač[2]
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/LGM-30_Minuteman
2. http://en.wikipedia.org/wiki/M18_FADAC

Kapitola 94. Úvod

FIXME: napsat úvod.

94.1. Zdroje informací

Tento dokument je sestaven výlučně z informací posbíraných po Internetu. Se zde uvedenými stroji jsem se až na výjimky nikdy nepotkal a nebiděl je přímo v provozu.

Odkazy:

- Buletin Resurrection[1] of Computer Conservation Society
- Computers[2]
- BitSavers[3]
- The Virtual Museum of Computing[4] (VMoC)
- Our Computer Heritage[5] — historie britské výpočetní techniky
-
-
-

Odkazy:

- Academician Lebedev[6]
- Sergey Lebedev[7]

94.2. Nezatříděné a nezpracované informace

Odkazy:

- www.computerconservationsociety.org/media.htm
- Remington-Rand Presents the Univac[8]
- Man & Computer - IBM 1965[9]
- ibm 305 ramac[10]
- Computer History - A British View - Part 1 of 3[11]
-
-

Poznámky

1. http://www.cs.man.ac.uk/CCS/res/
2. http://www.quadibloc.com/comp/compint.htm
3. http://bitsavers.org/
4. http://vmoc.museophile.org/
5. http://www.ourcomputerheritage.org/
6. http://www.ipmce.org/about/history/lebedev/
7. http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/LEBEDEV/Lebedev.html
8. http://www.youtube.com/watch?v=j2fURxbdIZs

9. http://www.youtube.com/watch?v=BUCZJWo9MZo
10. http://www.youtube.com/watch?v=zOD1umMX2s8
11. http://www.youtube.com/watch?v=nXFnCD72JpY

Kapitola 95. Velmi staré počítače

95.1. Burroughs B-200

Odkazy:

- Burroughs B-200[1]

95.2. SAGE

Odkazy:

- Cold War Computing - The SAGE System[2] — YouTube video
- INTRODUCTION [3]

V rámci SAGE byly vytvořeny a nasazeny počítače:

- Whirlwind
- Whirlwind II
- AN/FSQ-7

95.3. Ostatní počítače

Odkazy:

- The IBM 1620 Data Processing System[4] 1959-1970
- IBM 610 Autopoint Computer[5]
- Soviet Computer URAL2[6]
- UNIVAC - Then and Now[7]
-
-

Poznámky

1. http://www.smecc.org/burroughs_b-200.htm
2. http://www.youtube.com/watch?v=06drBN8nlWg
3. http://ed-thelen.org/SageIntro.html
4. http://www.columbia.edu/acis/history/1620.html
5. http://ed-thelen.org/comp-hist/BRL61-ibm06.html#IBM-610
6. http://www.youtube.com/watch?v=LChE-9fg7c8
7. http://www.youtube.com/watch?v=h4wQJfdhOlU

Kapitola 96. Minipočítače

96.1. Interdata

Interdata, Inc. was a computer company, founded in 1966 and based in Oceanport, New Jersey, that produced a line of 16- and 32-bit minicomputers. They were loosely based on the IBM 360 architecture.

Odkazy:

- Interdata 7/32 and 8/32[1] na Wikipedii
- Interdata[2] na Wikipedii
-
-

96.1.1. Interdata 7/32

Vlastnosti:

-
-

96.1.2. Interdata 8/32

Vlastnosti:

-
-

Poznámky

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Interdata_7/32_and_8/32
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Interdata

Kapitola 97. Blíže neidentifikované počítače

V tété části jsou částečné popisy počítačů jenž se mi zatím nepodařilo blože identifikovat a zařadit.

97.1. RCA 110

Odkazy:

- http://www.quadibloc.com/comp/cp0303.htm

Fakta:

- 12-ti bitová adresa, počítač měl jen 4K slov operační paměti
- 32K slov dat na bubnové paměti

97.2. Central Air Data Computer

Odkazy:

- Central Air Data Computer[1]

První mikroprocesor. Protože tento procesor byl použit v stíhacích letounech F14A, byla celá práce a její výsledky utajeny. Ray Holt tedy nedošel uznání jako tvůrce prvního mikroprocesoru.

Poznámky

1. http://www.thocp.net/biographies/papers/holt_ray_f14a.htm

Kapitola 98. Všehochuť, náměty a co se jinam nevešlo

Různé věci vzdáleně související či vůbec nesouvisející s obsahem knihy.

Odkazy:
- CoreLife: The Linear Thinkers Nightmare[1]

98.1. CoreWars

Odkazy:
- Redcode[2]
- CORE WAR GUIDELINES[3]
- http://www.ecst.csuchico.edu/~pizza/koth/tutorial1.html
- Introduction to Redcode[4] — část 1
- Introduction to Redcode[5] — část 2
- Annotated Draft of the Proposed 1994 Core War Standard[6]
- The ICWS'94 draft (extended)[7]
- KOTH.org[8]
-
-

*

98.2. Zajímavé a velmi podivné projekty

Projekty jenž s elektronikou nemusejí souviset ani okrajově.

98.2.1. Fusion reactor

Odkazy:
- Fusion Reactor's First Light![9]
- Fusor[10]
- Fusion Achieved[11]
-
-

98.2.2. Elektronový mikroskop

*

Odkazy:
- DIY scanning electron microscope - Overview video[12] [2011-03-21]
-

98.3. Různé nezařazené informace

Odkazy:

- Elektronické systémy[13] — řešení a taháky
- Dieter's Hobby Projects[14] — tranzistorový počítač MT15
- Coincident Current Ferrite Core Memories[15] —
- Mark's free (legal) technical e-books links[16]
- —

98.4. Ham Radio

Odkazy:

- OK1IKE[17]
-

98.5. Nápady na experimenty

98.5.1. Laser

*

Odkazy:

- YouTube video Powerful Homemade Burning Laser Built From Computer Parts[18]

98.5.2. OLED

Odkazy:

- Making an OLED - Light from Carbon Compounds[19]
- Flexible Aluminum Electroluminescent Display - No Transparent [20]
- Make Electroluminescent (EL) Ink at Home - Re-doping Glow Powder[21]
-

98.6. Výrobci součástek

*

98.6.1. National Semiconductor

*

Odkazy:

- National Semiconductor[22]

•

Výrobce integrovaných obvodů, operačních zesilovačů, teplotních čidel, … .

Poznámky

1. http://corewar.co.uk/corelife/index.htm
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Redcode
3. http://users.obs.carnegiescience.edu/birk/COREWAR/DOCS/guide2red.txt
4. http://www.ecst.csuchico.edu/~pizza/koth/tutorial1.html
5. http://www.ecst.csuchico.edu/~pizza/koth/tutorial2.html
6. http://www.ecst.csuchico.edu/~pizza/koth/icws94.html
7. http://www.corewar.info/lexicon/94draft.htm
8. http://www.koth.org/index.html
9. http://tidbit77.blogspot.com/2010/02/fusion-reactors-first-light.html
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Fusor
11. http://tidbit77.blogspot.com/2011/03/fusion-achieved.html
12. http://benkrasnow.blogspot.com/2011/03/diy-scanning-electron-microscope.html
13. http://bruxy.regnet.cz/fel/35ES/
14. http://www.6502.org/users/dieter/index.htm
15. http://ed-thelen.org/comp-hist/Byte/76jul.html
16. http://www.freelabs.com/~whitis/ebooks/index.xhtml
17. http://ok1ike.c-a-v.com/
18. http://www.youtube.com/watch?v=3Kc4RyOMDjo
19. http://www.youtube.com/user/jeriellsworth#p/u/26/CAgRF8TibJ0
20. http://www.youtube.com/watch?v=ZmkzrX4T4Ec
21. http://www.youtube.com/watch?v=pmQqdYrn9g8
22. http://www.national.com

Příloha A. Vybavení laboratoře/dílny

*

Různé informace o tom co je třeba, nebo se alespoň hodí.

A.1. Nepájivá kontaktní pole (*Breadboard*)

*

Odkazy:

- Five Cheap Breadboard Prototyping Tips And Tricks[1]
-
- cixi wanjie electronic co.,ltd[2]
- cxzhongyi[3]
- KEIFO Machinery & Electronics Co., LTD[4]
-
- breadboard(270 tie-points)[5] na Alibaba.com
-

Bez tohohle si žádné experimentování nedovedu představit.

SYB-46

Kupuji v místním obchodě jednou za čas. Mají jen v kusovém množství. Zjistil jsem že tuhle velikost prodává SOS[6] pod názvem BB-005. Tento druh a velikost má na všech 4 stranách "zámky" a dá se pěkně skládat do sebe ze všech čtyř stran. Dá se tak vytvořit pevně spojená polocha libovolného tvaru a velikosti. Samozřejmě že v případě většího množství spojených modulů je třeba je přichytit pevně k nějakému podkladu. Ať již šroubkem nebo oboustranou lepicí pěnou.

SYB-94

Tento model je více než dvakrát větší než SYB-46 a má taky zámky. Vyšší modely již zámky nemají.

SYB-120

Dá se koupit na Ebay.

SYB-130

Dá se sehnat na Ebay.

SYB-118T

SYB-500

SYB-800

ZY-46

ZY-446

ZY-100

ZY-101

ZY-102

ZY-128B

ZY-200

ZY-201
ZY-203
ZY-204
ZY-W202

A.2. Moduly pro nepájivá kontaktní pole a experimenty

*

Odkazy:

- Moduly do nepájivého kontaktního pole pro bastlení[7]
- Pomocníci při bastlení[8] — článek na MCU.cz [2010-07-08]
-
-

A.3. Meřící přístroje

*

Odkazy:

- Saleae logic[9] — logický analyzátor k počítači
- OpenBench Logic Sniffer[10] na Hack a Day. — 32 kanálový logciký analyzátor
-

A.4. Napájecí zdroje

*

A.4.1. Využití standardních počítačových zdrojů

*

Odkazy:

- How to Convert a Computer ATX Power Supply to a Lab Power Supply[11]
- YouTube video Lab power supply from computer power supply[12]
-
-
-
-

Poznámky

1. http://www.43oh.com/2010/11/five-cheap-breadboard-prototyping-tips-and-tricks/
2. http://wanjie.en.madeinchina.com/pg1441042_1/SOLDERLESS-BREADBOARD.shtml
3. http://www.cxzhongyi.com/en_product2.htm
4. http://www.keifo.com/product_view.asp?id=699
5. http://www.alibaba.com/product-gs/216567425/breadboard_270_tie_points_.html
6. http://www.soselectronic.cz/?str=371&artnum=53508
7. http://mojekonstrukce.webpark.cz/moduly.htm
8. http://mcu.cz/comment.php?comment.news.1967
9. http://www.saleae.com/logic/
10. http://hackaday.com/2010/02/28/open-source-logic-analyzer-2/
11. http://www.wikihow.com/Convert-a-Computer-ATX-Power-Supply-to-a-Lab-Power-Supply
12. http://www.youtube.com/watch?v=1BDDk5K751E

Příloha B. Technologie a postupy

*

B.1. SMT / SMD

*

Odkazy:

- Circuit Skills: Surface Mount Devices[1] z Collin's Lab na YouTube
-

Součástky (odpory, kondenzátory, ...) se vyrábějí v několika velikostech: 1206, 0805, 0603, 0402

Tento číselný kód specifikuje rozměr součástek v setinách palce. Tedy:

- 1206 má rozměr 0.12" × 0.06" (3.01 × 1.52 mm)
- 0805 má rozměr 0.08" × 0.05" (2.03 × 1.27 mm)
- 0603 má rozměr 0.06" × 0.04" (1.52 × 0.76 mm)
- 0402 má rozměr 0.04" × 0.02" (1.02 × 0.51 mm)

* *SMD Test Kit na Jameco.com, part# 2124197.*

B.2. DPS (PCB)

*

Odkazy:

- Plošný spoj[2] na Wikipedii
- Praktická elektronika/Výroba plošných spojů[3] na Wikiknihách
- Konstrukce elektronických zařízení — návrh plošných spojů[4]
-

Odkazy:

- PCB Fabrication Sources[5] [2011-02-10]
-

Jak vytvořit předlohu pro výrobu DPS:

- PCB Design Layout Rules Recommendation[6]
- THE BASICS OF PCB LAYOUT[7]
-

Desky s plošnými spoji. Česká zkratka je DPS a anglická PCB (*Printed Circuit Board*).

Tabulka B-1. Třídy PCB

třída	vzdálenost středů	min. šířka vodiče	Isol	počet vodičů mezi body
1	5mm / 5.08mm			0
2	3.54mm / 3.59mm	0.40mm		

třída	vzdálenost středů	min. šířka vodiče	Isol	počet vodičů mezi body
3	2.5mm / 2.54mm			0
4	2.5mm / 2.54mm	12mil	12mil	1
5	2.5mm / 2.54mm	8mil	8mil	2
6	2.5mm / 2.54mm	6mil	6mil	3

Isol

Isolační vzdálenost

W

Šířka spoje

Tabulka B-2. Označení materiálů pro PCB

označení	popis
FR1	papír nasycený fenolovou pryskyřicí — laciný druh
FR2	papír nasycený fenolovou pryskyřicí – standardní provedení
FR3	papír nasycený epoxidovou pryskyřicí
FR4	tkanina ze skelných vláken sycená epoxidovou pryskyřicí – nejběžnější druh
FR5	tkanina ze skelných vláken sycená epoxidovou pryskyřicí – zvláště tepelně odolný druh

Odkazy:

-
-

Rozměry tzv eurokaret jsou určeny normou DIN 41494-2.

Tabulka B-3. Rozměry některých eurokaret

délka	šířka
100mm	55.5mm
100mm	80mm
100mm	100mm
160mm	100mm
220mm	100mm

Poznámky

1. http://www.youtube.com/watch?v=ihoX7x0RBz8
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1n%C3%BD_spoj
3. http://cs.wikibooks.org/wiki/Praktick%C3%A1_elektronika/V%C3%BDroba_plo%C5%A1n%C3%BDch_spoj%C5%AF
4. http://files.gamepub.sk/ET1/Konstrukce_elektronickych_zarizeni_navrh_plosnych_spoju.pdf
5. http://digital-diy.com/General-Electronics/pcb-fabrication-sources.html
6. http://www.electronics-project-design.com/PCB-Design.html
7. http://www.smps.us/layout.html

Příloha C. Odkazy na weby a blogy

*

C.1. České stránky

*

Odkazy:

- fprik[1] — osobní WWW stránky
- Radioamatérská dílna[2]
- obvody.unas.cz[3] [2008]
- DANYK[4]
-

C.2. Ostatní stránky

*

Odkazy:

- Electronic Lives Manufacturing[5] by ChaN [JP]
- Dick Cappels' Project Pag[6]
- MadLab.ORG[7] — MadLab – inventive electronic kits and exciting workshops
- CHD[8] — informace o PDP-8, PDP-11, PDP-14, VAX a IBM S/34, a pár dalších zajímavostí
-

Nezpracované odkazy:

-
-

Velmi hezkým videoblogem je EEvblog[9] Davida L. Jonese na YouTube. Blog je dosažitelný taktéž přes adresu EEVblog – Electronics Engineering Video Blog[10].

Seznam dalších blogů:

- An off-the-cuff radio show for electronics enthusiasts and professionals[11]
-
-

Knihy:

- Art of Electronics[12]
-
-
-

C.3. Obchody

*

Ačkoliv se snažím uvádět možné obchody u jednotlivých kapitol či témat, co zbylo píši sem.

Odkazy:

- ArcadeComponents.com[13] — zde se dají koupit osmibitové procesory jako 6502, 6800, 6809, Z80, 8080, 8085 a spousta dalších čipů
-

Poznámky

1. http://fprik.net/index.html
2. http://www.volny.cz/pjenicek/radio/index.htm
3. http://www.obvody.unas.cz/index.html
4. http://danyk.wz.cz
5. http://elm-chan.org/
6. http://cappels.org/dproj/Home.htm
7. http://www.madlab.org
8. http://www.chd.dyndns.org/
9. http://www.youtube.com/user/EEVblog
10. http://www.eevblog.com/
11. http://www.theamphour.com/
12.
13. http://www.arcadecomponents.com/index.html

Příloha D. Různá doporučení

*

D.1. Jeri Ellsworth

*

Doporučené knihy ke studiu FPGA dizajnu

Odkazy:

- Rapid Prototyping of Digial Systems (VHDL, mouse controller, video controller, ...)
- Digital Design with CPLD Applications[1]
- The Blue Book: HDL Chip Design[2]
-
-
-
-

D.2. Dave Jones

*

Základní vybavení laboratoře pro elektroniku.

Odkazy:

- Dva multimetry, ne příliš drahé, asi tak $50 každý. Dva proto že občas potřebujemě měřit dvě hodnoty současně, například proud a napětí. Hodí se také si pořídit za cca $20 multimetr v kapesním provedení.
- Jednoduchý doutnavkový indikátor sít'ového napětí. Prodává se také v provedení šroubovák. Cena asi $20
- Digitální osciloskop, například RIGOL DS1052E[3] za cca $400
- starý dobrý použitý analogový osciloskop, pokud jej někde levně seženeme
- generátor funkcí, například instek GFG-8219A[4] neb Instek SFG-1003
- laboratorní zdroj, nebo raději několik. Tento si můžete velmi jednoduše postavit sami.
- mikropájku
- odsávačku
- štípačky, kombinačky, šrubováky, klíče
- ...

D.2.1. Rigol DS1052E a další

*

Odkazy:

- Hacking the Rigol DS1052E Oscilloscope with Linux[5]
- EEVblog #70 - Turn your Rigol DS1052E Oscilloscope into a 100MHz DS1102E (Hack)[6]
- EEVblog #77 - Rigol DS1052E DS1102E Oscilloscope Hack Update[7]
- Dvoukanálový digitální pamět'ový osciloskop 50MHz, 1GSa/s Rigol DS1052E[8]
-
-

Poznámky

1.
2.
3.
4.
5. http://www.instructables.com/id/Hacking-the-Rigol-DS1052E-Oscilloscope-with-Linux/
6. http://www.youtube.com/watch?v=LnhXfVYWYXE
7. http://www.youtube.com/watch?v=R2dGKcMtAvg
8. http://drieg.sweb.cz/rigol/ds1052e.html