

Teplotní závislosti

(nové pojmy)

$$\beta'_F = \beta_F \left(\frac{T'}{T} \right)^{X_{TB}}$$

$$\beta'_R = \beta_R \left(\frac{T'}{T} \right)^{X_{TB}}$$

$$I'_{SE} = I_{SE} \frac{\left(\frac{I'_S}{I_S} \right)^{\frac{1}{n_E}}}{\left(\frac{T'}{T} \right)^{X_{TB}}} \quad I'_{SC} = I_{SC} \frac{\left(\frac{I'_S}{I_S} \right)^{\frac{1}{n_C}}}{\left(\frac{T'}{T} \right)^{X_{TB}}}$$

Šumový model

Šumový model

- kolektorový proudový zdroj: výstřelový šum

$$\overline{i_{ce}^2} = 2qi_C\Delta f$$

Šumový model

- kolektorový proudový zdroj: výstřelový šum

$$\overline{i_{ce}^2} = 2qi_C\Delta f$$

- bázevý proudový zdroj: výstřelový šum, blikavý šum, iontový šum

$$\overline{i_{be}^2} = \left[2qi_B + k_f \frac{i_B^{a_f}}{f} + k_b \frac{i_B^{a_b}}{1 + \left(\frac{f}{f_b}\right)^2} \right] \Delta f$$

Šumový model

- kolektorový proudový zdroj: výstřelový šum

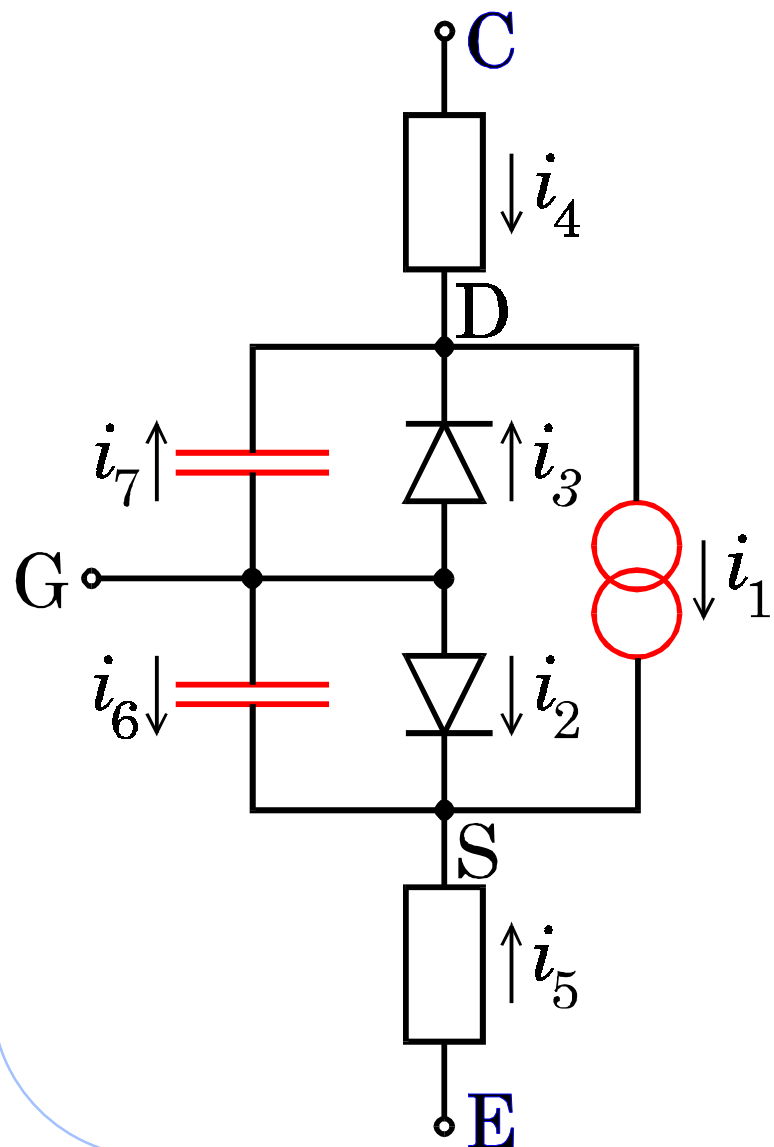
$$\overline{i_{ce}^2} = 2qi_C\Delta f$$

- bázeový proudový zdroj: výstřelový šum, blikavý šum, iontový šum (iontový šum není programován)

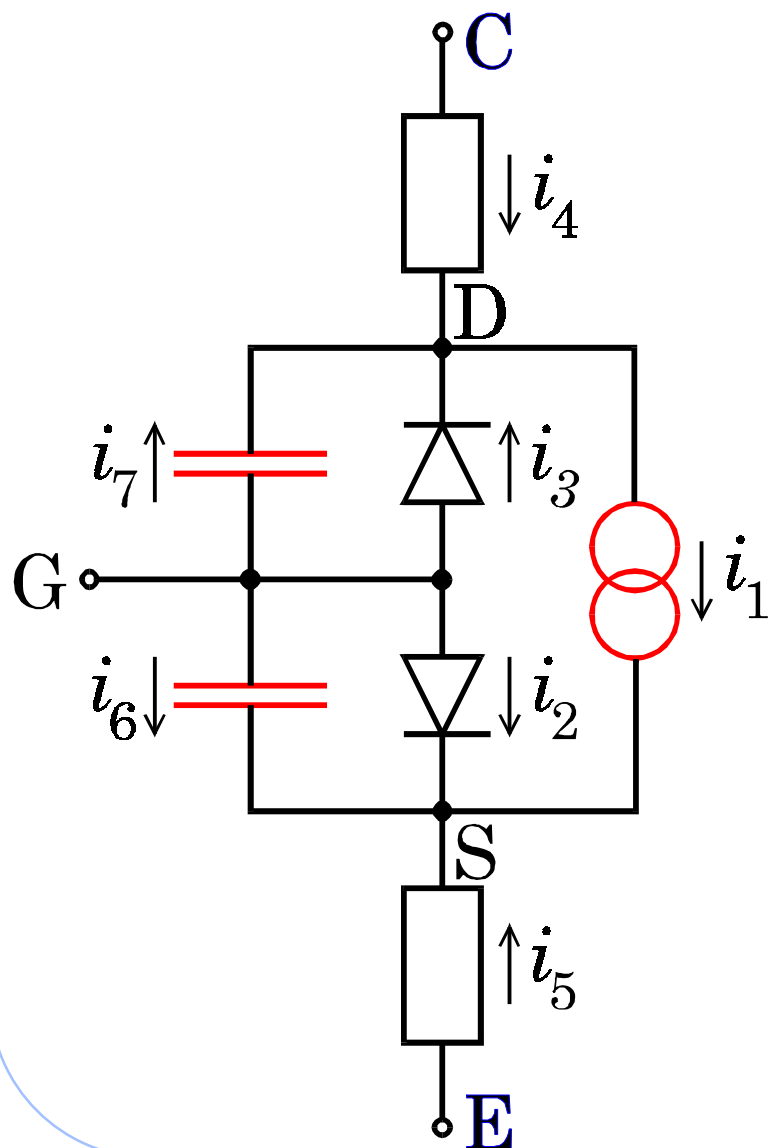
$$\overline{i_{be}^2} = \left[2qi_B + k_f \frac{i_B^{a_f}}{f} + k_b \frac{i_B^{a_b}}{1 + \left(\frac{f}{f_b}\right)^2} \right] \Delta f$$

Model tranzistoru JFE

Model tranzistoru JFE



Model tranzistoru JFE



- Parametr přenosové vodivosti

β

- Prahové napětí

V_T

- Parametr modulace délky kanálu

λ

- základní proudová rovnice tranzistoru JFE

- základní proudová rovnice tranzistoru JFE

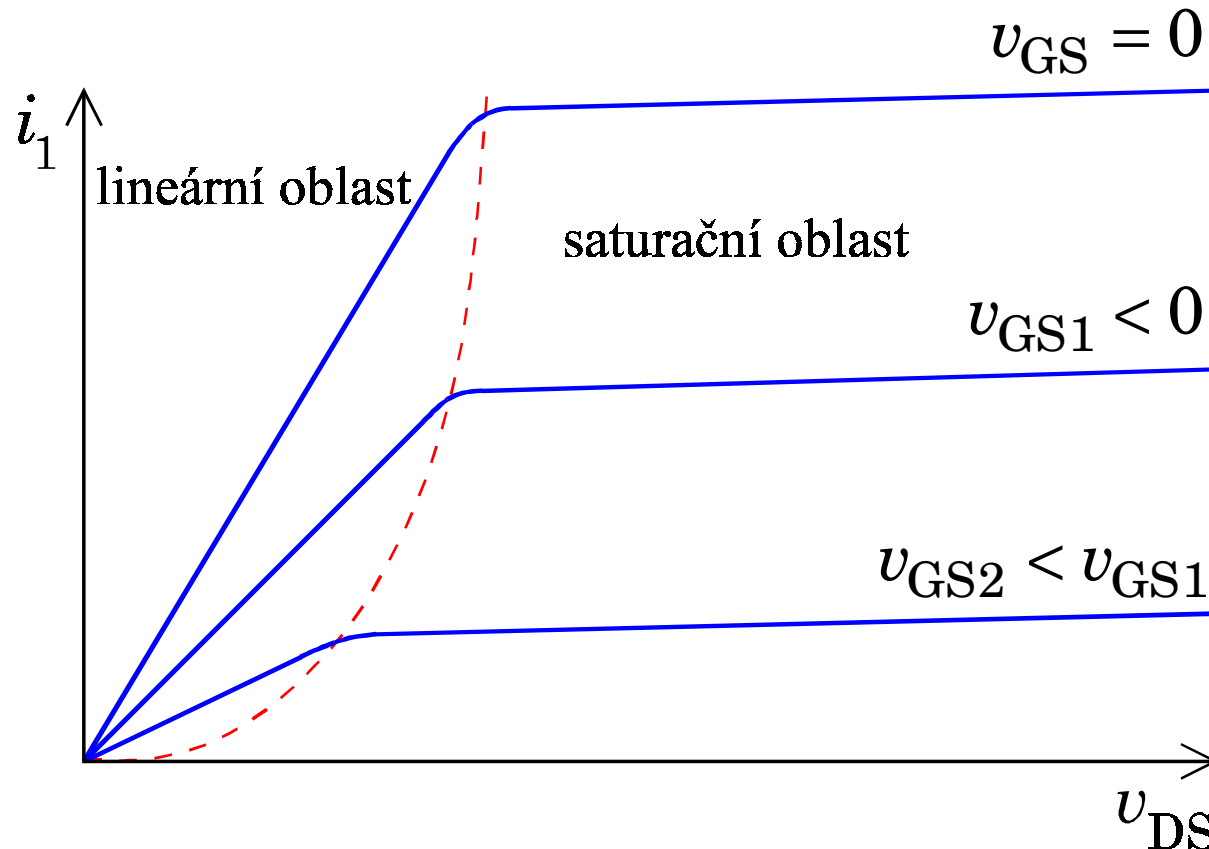
$$i_1 = \begin{cases} 0 & \text{pro } v_{GS} - V_T \leq 0 & \text{(podprahová oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta [2(v_{GS} - V_T) - \gamma v_{DS}] v_{DS} & \text{pro } v_{GS} - V_T > \gamma v_{DS} & \text{(lineární oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta (v_{GS} - V_T)^2 / \gamma & \text{pro } 0 < v_{GS} - V_T \leq \gamma v_{DS} & \text{(oblast saturace).} \end{cases}$$

- základní proudová rovnice tranzistoru JFE ($\gamma = 1$)

$$i_1 = \begin{cases} 0 & \text{pro } v_{GS} - V_T \leq 0 & \text{(podprahová oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta [2(v_{GS} - V_T) - \gamma v_{DS}] v_{DS} & \text{pro } v_{GS} - V_T > \gamma v_{DS} & \text{(lineární oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta (v_{GS} - V_T)^2 / \gamma & \text{pro } 0 < v_{GS} - V_T \leq \gamma v_{DS} & \text{(oblast saturace).} \end{cases}$$

- základní proudová rovnice tranzistoru JFE ($\gamma = 1$)

$$i_1 = \begin{cases} 0 & \text{pro } v_{GS} - V_T \leq 0 & \text{(podprahová oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta [2(v_{GS} - V_T) - \gamma v_{DS}] v_{DS} & \text{pro } v_{GS} - V_T > \gamma v_{DS} & \text{(lineární oblast),} \\ (1 + \lambda v_{DS}) \beta (v_{GS} - V_T)^2 / \gamma & \text{pro } 0 < v_{GS} - V_T \leq \gamma v_{DS} & \text{(oblast saturace).} \end{cases}$$



- zvyklost zadávání prahového napětí

V souvislosti s rovnicí proudu drainu je nutné uvést ještě jednu velmi závažnou skutečnost - podle tradice programů SPICE je **prahové napětí zadáváno záporné pro N-kanálový i pro P-kanálový JFET.**

- zvyklost zadávání prahového napětí

V souvislosti s rovnicí proudu drainu je nutné uvést ještě jednu velmi závažnou skutečnost - podle tradice programů SPICE je **prahové napětí zadáváno záporné pro N-kanálový i pro P-kanálový JFET**. To samozřejmě odporuje skutečnosti, neboť z fyzikálního hlediska musí být prahové napětí **N-kanálových tranzistorů záporné a P-kanálových tranzistorů kladné!**

- zvyklost zadávání prahového napětí

V souvislosti s rovnicí proudu drainu je nutné uvést ještě jednu velmi závažnou skutečnost - podle tradice programů SPICE je **prahové napětí zadáváno záporné pro N-kanálový i pro P-kanálový JFET**. To samozřejmě odporuje skutečnosti, neboť z fyzikálního hlediska musí být prahové napětí **N-kanálových tranzistorů záporné a P-kanálových tranzistorů kladné!**

- zpřesnění modelu vstupního proudu

$$i'_2 = i_{2n} + k_{\text{gen}} i_{\text{rec}} + i_{\text{ion}}$$

$$i_{2n} = I_S \left(e^{\frac{v_{GS}}{nv_T}} - 1 \right)$$

$$i_{2n} = I_S \left(e^{\frac{v_{GS}}{n v_T}} - 1 \right)$$

$$i_{\text{rec}} = I_{SR} \left(e^{\frac{v_{GS}}{n_R v_T}} - 1 \right)$$

$$k_{\text{gen}} = \sqrt{\left[\left(1 - \frac{v_{GS}}{\phi_S} \right)^2 + 0,005 \right]^{m_S}}$$

$$i_{2n} = I_S \left(e^{\frac{v_{GS}}{n v_T}} - 1 \right)$$

$$i_{\text{rec}} = I_{SR} \left(e^{\frac{v_{GS}}{n_R v_T}} - 1 \right)$$

$$k_{\text{gen}} = \sqrt{\left[\left(1 - \frac{v_{GS}}{\phi_S} \right)^2 + 0,005 \right]^{m_S}}$$

$$i_{\text{ion}} = \begin{cases} \alpha i_1 [v_{\text{DS}} - (v_{\text{GS}} - v_T)] e^{-V_K / [v_{\text{DS}} - (v_{\text{GS}} - v_T)]} & \text{pro } 0 < v_{\text{GS}} - v_T < v_{\text{DS}}, \\ 0 & \text{pro ostatní } v_{\text{GS}} - v_T \end{cases}$$

Teplotní závislosti

$$V'_T = V_T + v_{ttc}(T' - T)$$

$$\beta' = \beta \times 1,01^{\text{betatce}(T' - T)}$$

Teplotní závislosti

$$V_T' = V_T + v_{ttc}(T' - T)$$

$$\beta' = \beta \times 1,01^{\text{betatce}(T' - T)}$$

Teplotní závislosti ovlivňují dva jevy: se změnou teploty se mění **pohyblivost nosičů** náboje a také **průřez kanálu**. Tyto jevy působí svým účinkem proti sobě, a tak v charakteristikách existuje **bod**, který je v relativně širokém intervalu teplot **teplotně nezávislý**, což je unikátní jev JFETu.

Šumový model

- kolektorový a emitorový proudový zdroj: tepelný šum

$$\overline{i_{\text{CD}}^2} = \frac{4kT}{R_D} \Delta f$$

$$\overline{i_{\text{ES}}^2} = \frac{4kT}{R_S} \Delta f$$

Šumový model

- kolektorový a emitorový proudový zdroj: tepelný šum

$$\overline{i_{CD}^2} = \frac{4kT}{R_D} \Delta f$$

$$\overline{i_{ES}^2} = \frac{4kT}{R_S} \Delta f$$

- drainový proudový zdroj: tepelný šum kanálu a blikavý šum (v závislosti na proudu drainu)

$$\overline{i_{DS}^2} = \left(\frac{8}{3} kT \frac{\partial i_D}{\partial v_{GS}} + k_f \frac{i_D^{a_f}}{f} \right) \Delta f$$