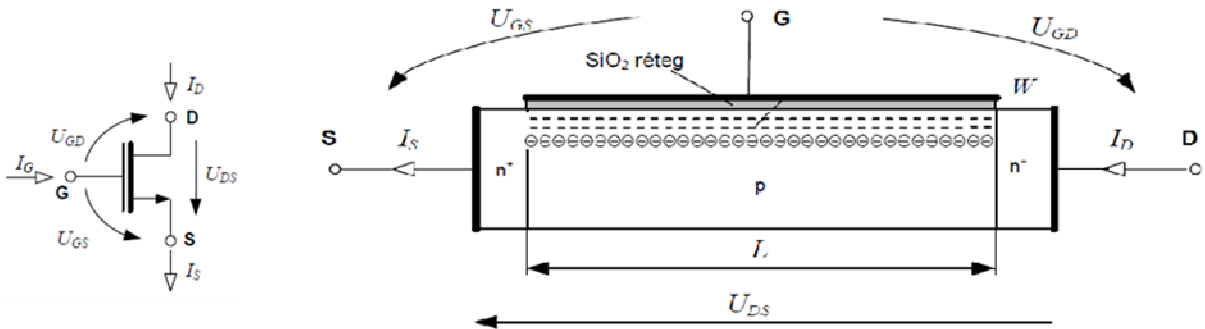


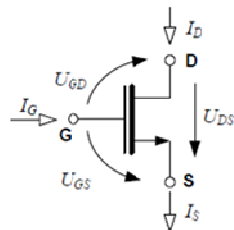
3.Előadás (2017.09.19.)

Térvezérlésű tranzisztorok (FET)

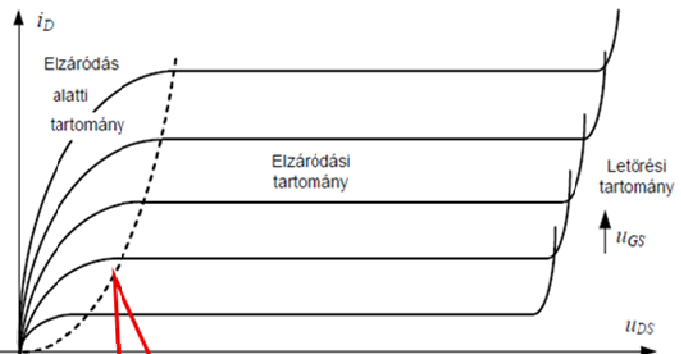
MOS FET (növekményes, n-csatornás):



- $U_{GS} = U_{GD} > 0$: kiürített réteg
- $U_{GS} = U_p > 0$: elzáródási fesz.
- inverziós réteg, ($U_{GS} > U_p$ és $U_{GD} > U_p$)
 - szabad elektronok,
 - vezető csatorna
- $U_{GD} \leq U_p$



Karakterisztikák:



Elzáródás alatt $u_{GS} \approx u_{GD} > U_p > 0$

$$i_D = 2I_{D00} \left[\frac{u_{DS}(u_{GS} - U_p)}{U_p^2} - \frac{1}{2} \frac{u_{DS}^2}{U_p^2} \right]$$

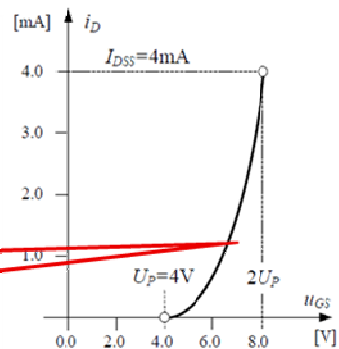
a határ: és egyenlete:

$$u_{DS} = u_{GS} - u_{GD} = u_{GS} - U_p,$$

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{DS}}{U_p} \right)^2$$

Elzáródás felett:

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_p}{U_p} \right)^2$$



Normál, aktív működési tartomány:

Elzáródás felett:

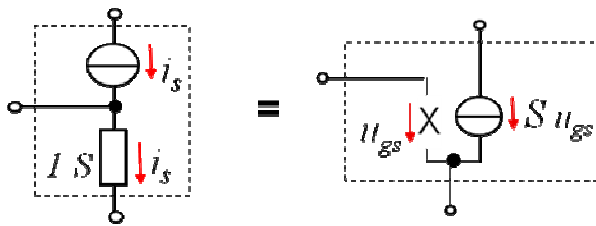
$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2$$

a transzfer karakterisztika meredeksége,

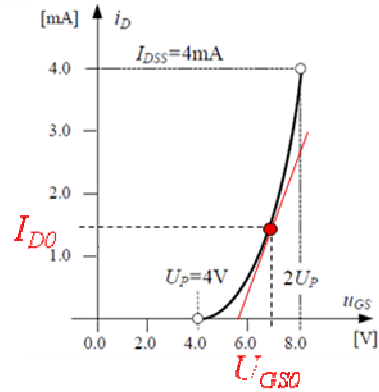
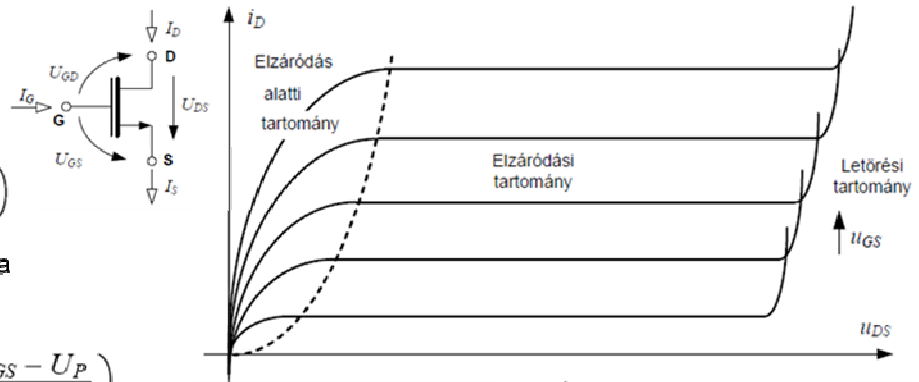
$$S = \frac{di_D}{du_{GS}} = \frac{2I_{D00}}{U_P} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)$$

Munkaponti linearizálás

Kisjelű, lineáris helyettesítőképek:



$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P}$$



FET-ek technológia függő paraméterei (a mi modelljeinkben): U_P és I_{D00}

és az ezek által meghatározott karakterisztikák:

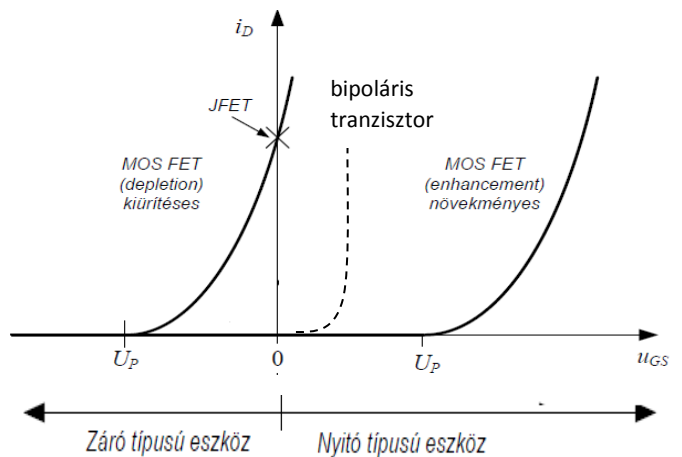
transzfer karakterisztika az elzáródás felett: $i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2$, **ha $u_{GS} \geq U_P$**

az elzáródás határa a kimeneti karakterisztikában: $i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{DS}}{U_P} \right)^2$

A különböző technológiájú FET-ek az U_P elzáródási feszültség előjelében különbözhetnek.

FET-ek típusa.

- MOS FET, szigetelt elektródás FET:
 - növekményes: $U_P > 0$
 - kiürítéses: $U_P < 0$
- JFET, záróréteges FET:
 - $U_P < 0$



A munkapont beállítás típusai:

Záró típusú eszköz Nyitó típusú eszköz

Munkapont beállítások típusai:

Záró típusú karakterisztika: $U_p < 0$

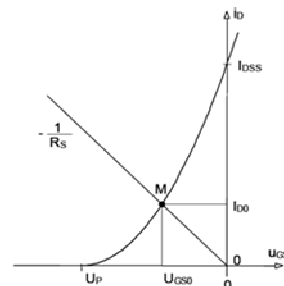
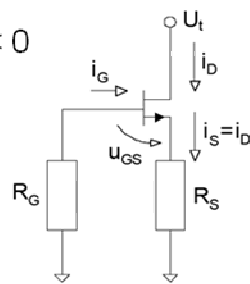
JFET:

$$i_D = -\frac{u_{GS}}{R_S} \approx I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{U_P}\right)^2$$

Jó megoldás: $U_P < U_{GS0} < 0$

kiürítéssel MOSFET:

$$i_D = -\frac{u_{GS}}{R_S} = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P}\right)^2$$



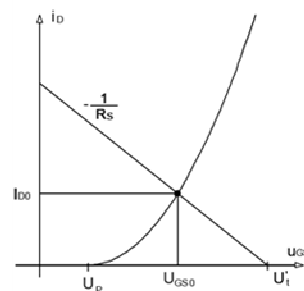
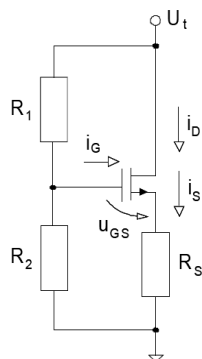
Nyitó típusú karakterisztika: $U_p > 0$

növekményes MOSFET:

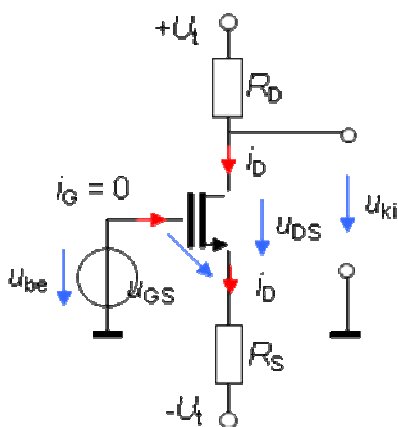
$$U'_t = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_D = -\frac{U'_t - u_{GS}}{R_S} = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P}\right)^2$$

Jó megoldás: $U_P < U_{GS0}$



Példa: FET munkapont számítása és kivezérelhetősége:



A munkapont meghatározása a transzfer $i_D(u_{GS})$ karakterisztika alapján:

- transzfer karakterisztika

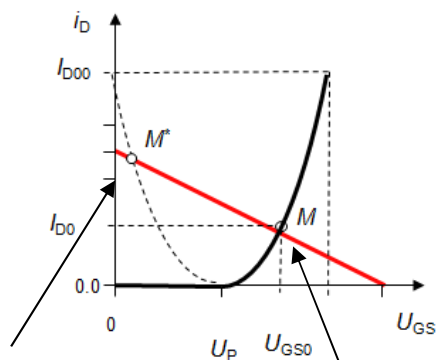
$$I_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P}\right)^2$$

- gerjesztetlen eset: $u_{be} = 0!$
- G-S lezárása:

$$U_t = U_{GS} + I_D R_S$$

- másodfokú egyenlet megoldás:

$$\frac{U_t - U_{GS0}}{R_S} = I_{D00} \left(\frac{u_{GS0} - U_P}{U_P}\right)^2$$



hamis gyök: M'

munkapont M: $U_{GS0} > U_P$

A kivezérlés vizsgálata a kimeneti $i_D(u_{DS})$ karakterisztika alapján:

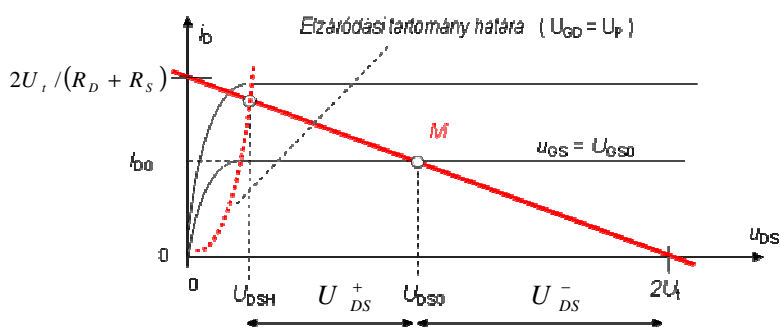
A határ egyenlete: $I_D = I_{D00} \left(\frac{U_{DS}}{U_P} \right)^2$

A lezárás karakterisztikája:

$$U_{DS} = 2U_i - I_D(R_D + R_S)$$

U_{DSH} meghatározása:

$$\frac{2U_i - U_{DSH}}{R_D + R_S} = I_{D00} \left(\frac{U_{DSH}}{U_P} \right)^2$$



A tranzisztor D-S kivezérelhetősége:

$$U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_{DSH}$$

kimeneti kivezérelhetőség:

$$U_{ki}^+ = KU_{DS}^+$$

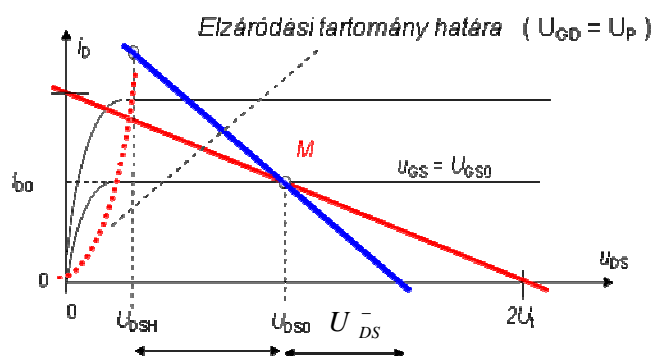
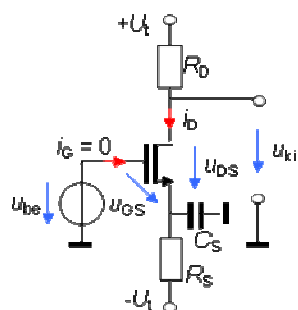
$$U_{ki}^- = KU_{DS}^-$$

ahol a kimeneti leosztás:

$$K = \left| \frac{U_{ki}}{U_{DS}} \right| = \frac{R_D}{R_D + R_S}$$

C_S source hidegítő kondenzátor hatása:

- munkapont, egyenáramú viszonyok nem változnak!
- a váltóáramú viszonyok változnak



A lezárás váltóáramú karakterisztikája:

$$\Delta U_{DS} = -\Delta I_D R_D$$

azaz $U_{DS} - U_{DS0} = -(I_D - I_{D0}) R_D$

$$U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_{DSH} \quad U_{DS}^- = R_D I_{D0}$$

U_{DSH} meghatározása: $\frac{U_{DS0} + R_D I_{D0} - U_{DSH}}{R_D} = I_{D00} \left(\frac{U_{DSH}}{U_P} \right)^2$

kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki}^+ = U_{DS}^+$

$$U_{ki}^- = U_{DS}^-$$

mert a kimeneti leosztás: $K = 1$.