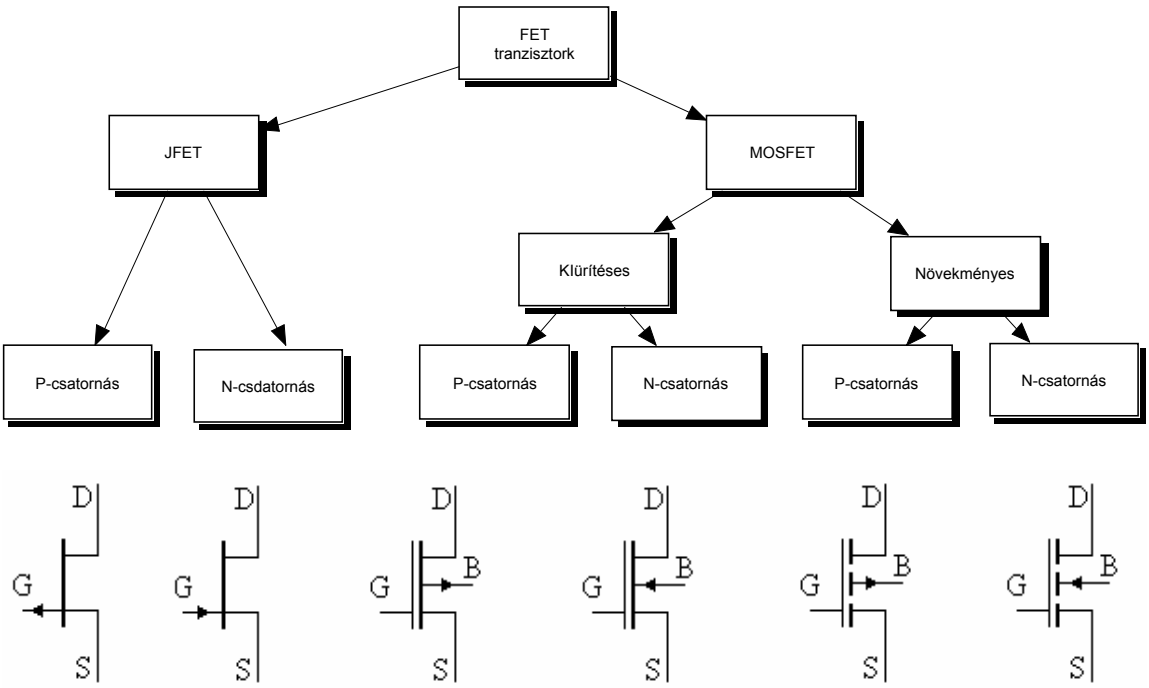
3. Térvezérlésű tranzisztorok

A térvezérlésű tranzisztorok (Field Effect Transistor = FET) működési elve alapjaiban eltér a bipoláris tranzisztoroktól. Az áramvezetés mértéke statikus feszültséggel befolyásolható. Mivel nincs vezérlőáram, a vezérléshez teljesítmény sem szükséges, továbbá a bementi ellenállása közel végtelen.

Tehát a FET tranzisztor egy feszültségvezérelt áramforrás (szemben a bipoláris tranzisztorral, amely áramvezérelt áramforrás).

A FET tranzisztorok csoportosítása és rajzjelük:



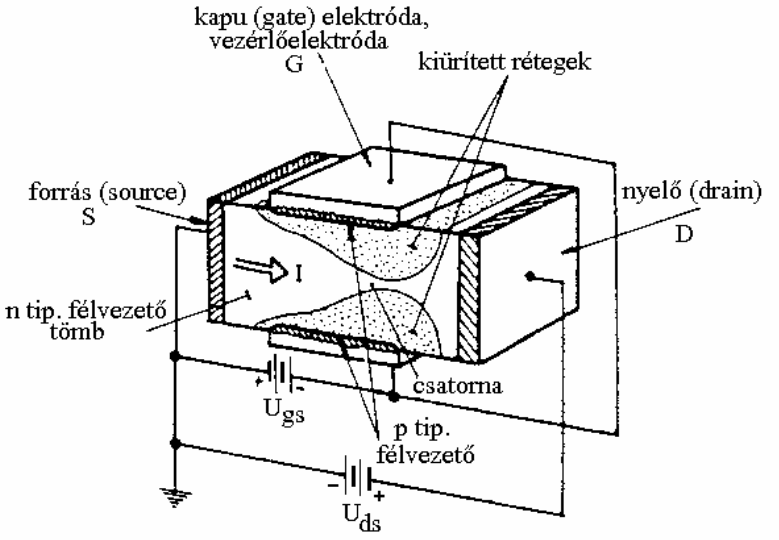
Az elektródák neve:

- S : source (forrás)
- D: drain (nyelő)
- G. gate (kapu)
- B: substrat

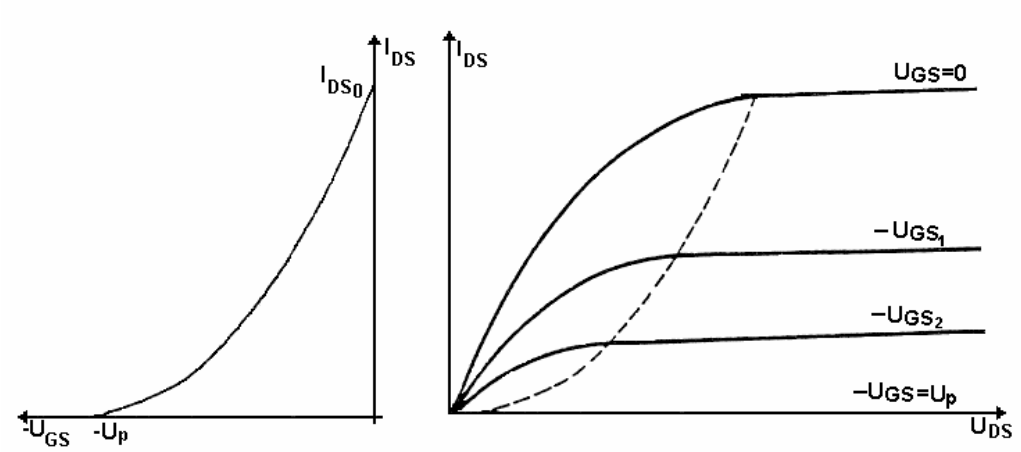
3.1 A JFET működése

Történelmileg a Junction Field Effect Transistor (JFET) családot fejlesztették ki először. A működést és a jellemzőket egy N-csatornás JFET-en mutatjuk be.
Az N-csatornás JFET egy N-re szennyezett szilícium kristály, amelynek két végre kapcsolt egyenfeszültség I_{DS} elektron áramot indít a source és drain elektródák között. Ez az áram a teljes megszűnéséig csökkenthető a negatív U_{GS} vezérlő-feszültséggel.

Az N-JFET felépítése:



Az N- JFET bemeneti és kimeneti karakterisztikája:



$$I_{DS} = I_{DS0}(1 - \frac{U_{GS}}{U_p})^2$$

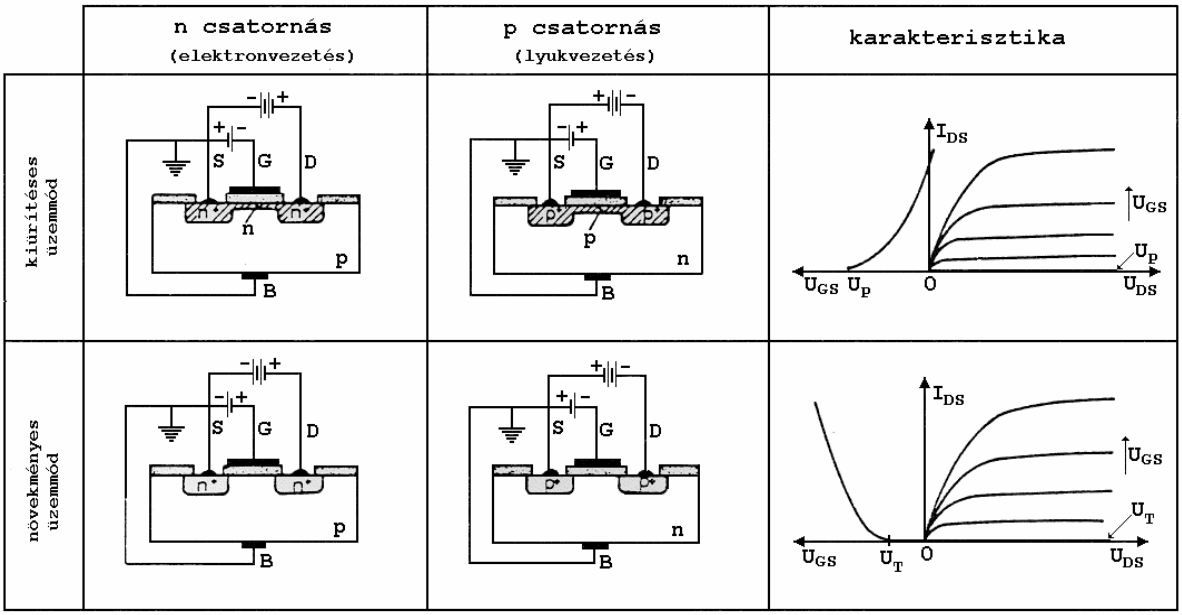
- $g_m = \frac{\Delta I_{DC}}{\Delta U_{GS}}$ erősítési tényező.
- I_{DS_0} a maximális áram, amely $U_{GS} = 0$ vezérlőfeszültség esetén folyik;
- U_p az a vezérlőfeszültség, amelynél a tranzisztor áram megszűnik. A tranzisztor tökéletesen zár.
- Vegyük észre, hogy míg az U_{DS} feszültség pozitív, addig az U_{GS} feszültség negatív.
- A P-JFET működése mindenben azonos, de az összes szennyezés és feszültség ellenkező.

3.2 A MOSFET felépítése és jellemzői

A Metal-Oxid-Semiconductor (MOS) típusú tranzisztorok a technológiai fejlesztés újabb eredményei. Két családot alkotnak:

- kiürítéses;
- növekményes.

Mindkét típus N és P csatornás is lehet.



Míg a kiürítéses típusú MOS tranzisztor jellemzőiben megegyezik a JFET-el, addig a növekményes MOS tranzisztor néhány fontos jellemzője ezektől eltér:

- elvileg nincs I_{DS_0} a maximális áram;
- $U_{GS} = U_T$ az a vezérlőfeszültség, amelynél a tranzisztor áram megindul. $U_{GS} < U_T$ feszültség esetén a tranzisztor tökéletesen zár.
- Vegyük észre, hogy míg az U_{DS} feszültség és az U_{GS} feszültség mind N-csatornás, mind P-csatornás növekményes tranzisztornál azonos előjelű.

A *FET* és *bipoláris* tranzisztorok munkaponti feszültségének és tápfeszültség polaritásának összefoglalása:

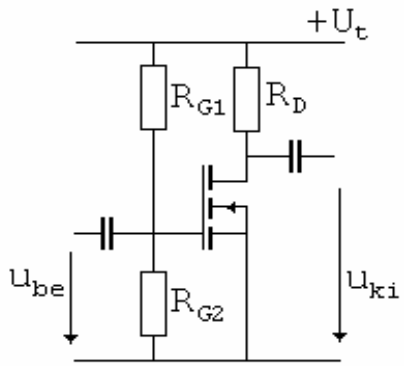
	+ Output	
	N-kiürítéses MOSFET N-JFET	N-növekményes MOSFET NPN bipoláris
- Input		***+ Input***
	PNP bipoláris P-növekményes MOSFET	P-JFET P- kiürítéses MOSFET
	- Output	

3.3 A FET tranzisztorok alkalmazási területei

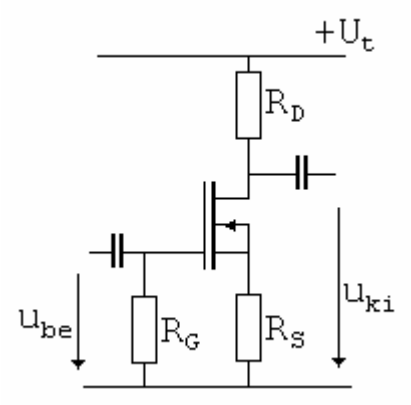
A FET tranzisztorok tipikus alkalmazási területe részben megegyezik, részben eltér a bipoláris tranzisztorétól. Tipikus alkalmazási területek:
- lineáris erősítőkben,
- digitális kapcsolóáramkörökben;
- feszültségvezérelt ellenállásként;
- feszültségvezérelt áramforrásként.

3.3.1 Lineáris erősítő fokozat

A FET tranzisztorok a bipoláris tranzisztorokhoz hasonlóan lineáris erősítő fokozatban is alkalmazhatók. Feszültségerősítésük azonban elmarad a bipoláris tranzisztorokétól. Így a nagy bemeneti impedanciájukat kihasználva főként az erősítők első fokozatában találhatjuk meg.
Azoknak a FET tranzisztoroknak a munkapontját, amelyek táp- és vezérlőfeszültsége azonos polaritású (növekményes MOSFET), a bipoláris tranzisztorokhoz hasonló módon – feszültségosztó áramkörrel - állítjuk be. Pl.:



Azoknál a FET tranzisztoroknál, ahol a táp- és vezérlőfeszültség ellenkező polaritású (JFET és kiürítéses MOSFET), más megoldást kell alkalmazni.



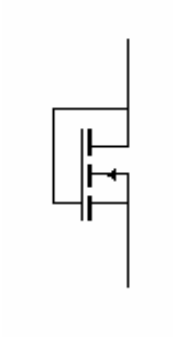
A munkaponti előfeszültséget a Source körébe kapcsolt R_S ellenálláson eső feszültség hozza létre, a rajta átfolyó I_{DS_m} munkaponti áram hatására.

3.3.2 Vezérelt ellenállás

A tranzisztor karakterisztikájának lineáris (kezdeti) szakaszában:

$R_{DS} = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_{DS}}\Big|_{U_{GS=konst.}} \cong \frac{U_{GS} - U_P}{I_{DS}}$ tehát az ellenállás U_{GS} feszültséggel beállítható.

l:

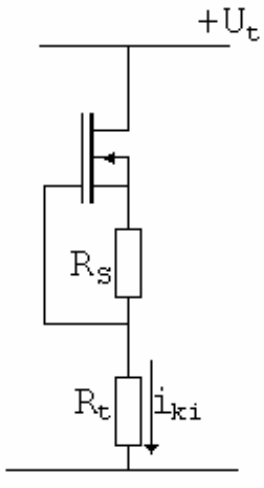


ahol az kapcsolás egy
$R \cong 1{,}3k\Omega$ értékű
ellenállást valósít meg.

3.3.3 Vezérelt áramgenerátor

A tranzisztor karakterisztika azon szakasza használható erre, ahol a görbesereg közel vízszintes:

$r_g = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_{DS}} \approx \infty$ tehát készíthető egy $I_{DS} = f(U_{GS})$ áramforrás.



Ahol:

$R_S = \frac{U_{GS}}{I_{DS}}$