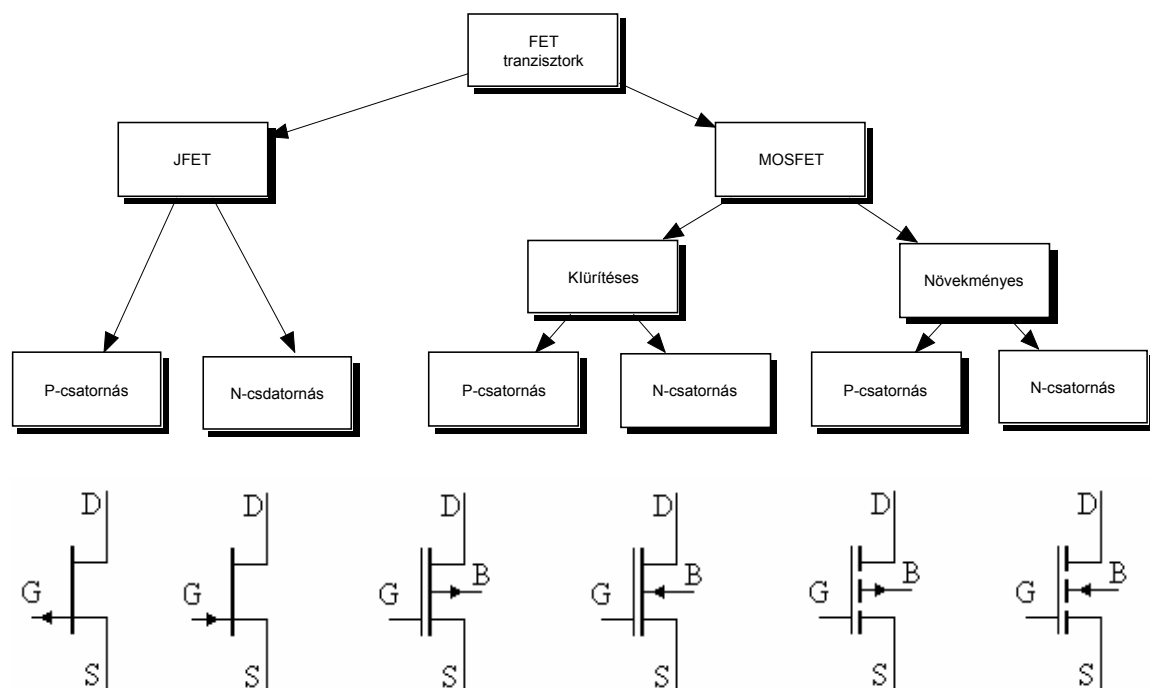


3. Térvezérlésű tranzisztorok

A térvezérlésű tranzisztorok (Field Effect Transistor = FET) működési elve alapjaiban eltér a bipoláris tranzisztoroktól. Az áramvezetés mértéke statikus feszültséggel befolyásolható. Tehát 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:

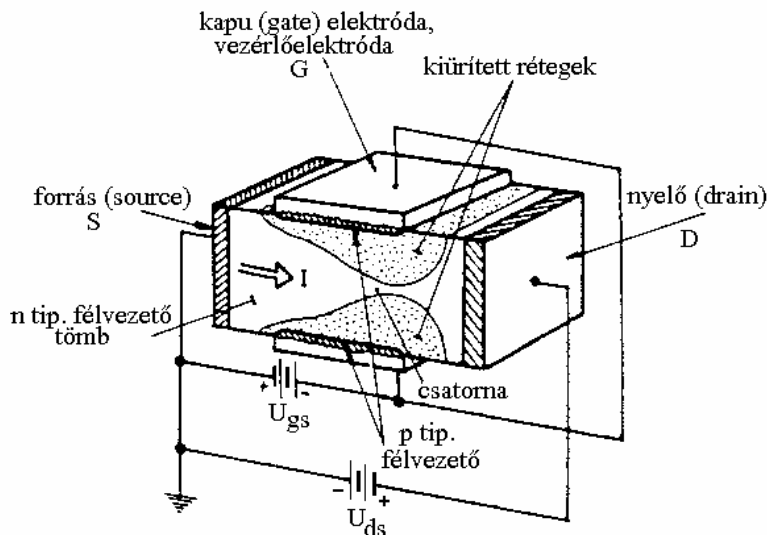
- S : source (forrás)
- D: drain (nyelő)
- G. gate (kapu)
- B: substrat

3.1 A JFET működése

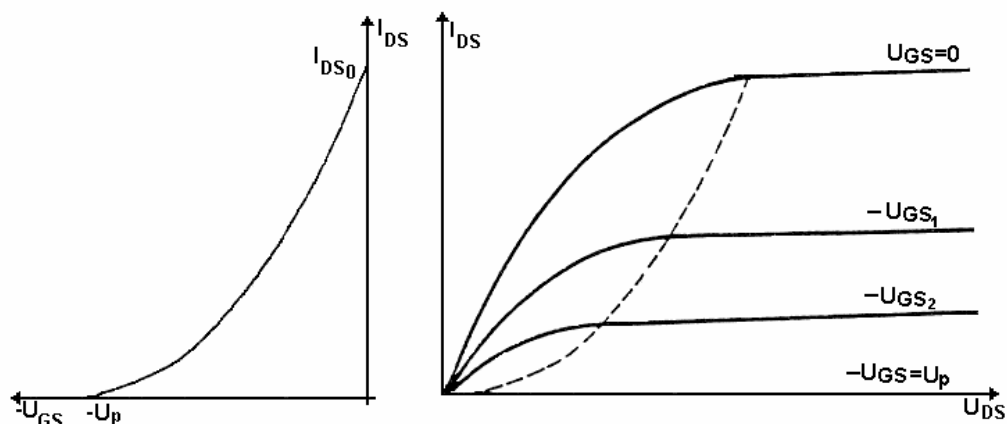
Történelmileg a Junction Field Effect Transistor (JFET) családot fejlesztették ki először. A működést és a jellemzőket egy N-csatornás JFET-en mutatjuk be.

Az N-csatornás JFET egy N-re szennyezett szilícium kristály, amelynek két végére 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:



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

- $g_m = \frac{\Delta I_{DC}}{\Delta U_{GS}}$ erősítési tényező.
- I_{DS0} 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.

	n csatornás (elektronvezetés)	p csatornás (lyukvezetés)	karakterisztika
kiürítéses üzem mód			
növekményes üzem mód			

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

- elvileg nincs I_{DS0} 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	PNP bipoláris P-növekményes MOSFET	P-JFET P-kiürítéses MOSFET	+ Input
	- Output		

3.3 A FET tranzisztorok alkalmazási területei

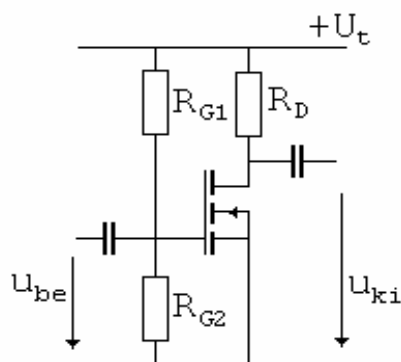
A FET tranzisztorok tipikus alkalmazási területe részben megegyezik, részben eltér a bipoláris tranzisztorétól. Tipikus alkalmazási területek:

- lineáris erősítőkbén,
- digitális kapcsolóáramkörökben;
- feszültségvezérelt ellenállásként;
- feszültségvezérelt áramforrásként.

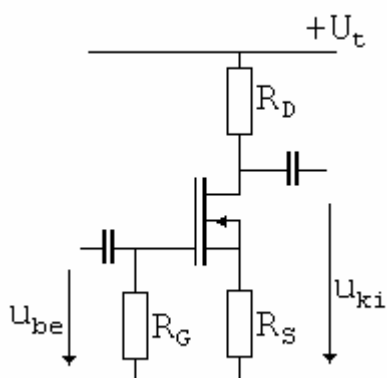
3.3.1 Lineáris erősítő fokozat

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.



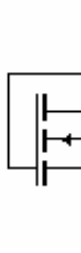
A munkaponti előfeszültséget a Source körébe kapcsolt R_S ellenálláson eső feszültség hozza létre, a rajta átfolyó I_{DS_m} munkaponti áram hatására.

3.3.2 Vezérelt ellenállás

A tranzisztor karakterisztikájának lineáris (kezdeti) szakaszában:

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

l:

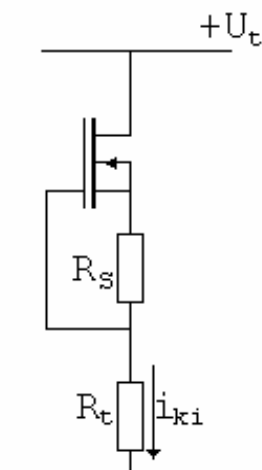


Ez a kapcsolás egy
 $R \cong 1,3k\Omega$ értékű
ellenállást valósít meg.

3.3.3 Vezérelt áramgenerátor

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

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



Ahol:

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