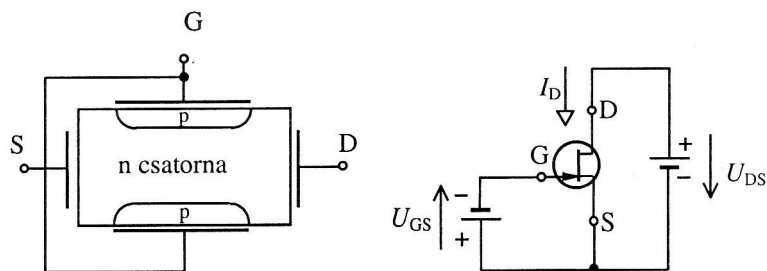


UNIPOLÁRIS TRANZISZTOR

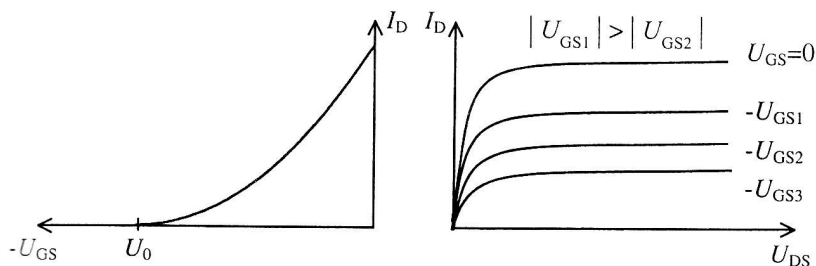
Az unipoláris tranzisztorok térvezérlésű tranzisztorok (Field Effect Transistor). Az ilyen tranzisztorok kimeneti áramának nagyságát a bemeneti feszültséggel létrehozott villamos tér határozza meg. A FET áramvezetési folyamatában mindig csak **egyféle** (a többségi) **töltéshordozó** vesz részt. Felépítésüket tekintve két alaptípusuk van, a záróréteges és a szigetelt vezérlőelektródás térvezérlésű tranzisztor.

ZÁRÓRÉTEGES TÉRVEZÉRLÉSŰ TRANZISZTOR (JFET)

A JFET (Junction FET) gyártása során az n vagy p típusúra adalékolt alapkristály két oldalán ellentétes adalékolású rétegeket hoznak létre. Ezeket közösített kivezetéssel látják el, amely az eszköz vezérlőelektródája lesz. Elnevezése Gate (kapu, G) elektróda. Az alapkristály két végére is kivezetéseket készítenek, így kialakítva egy áramvezető csatornát. Ezen kivezetések a Source (forrás, S) illetve a Drain (nyelő, D) elektróda.

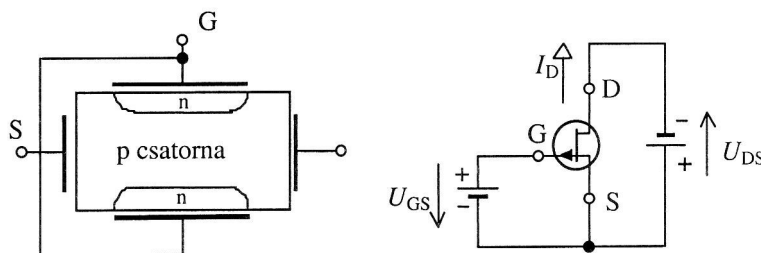


Az n csatornás JFET

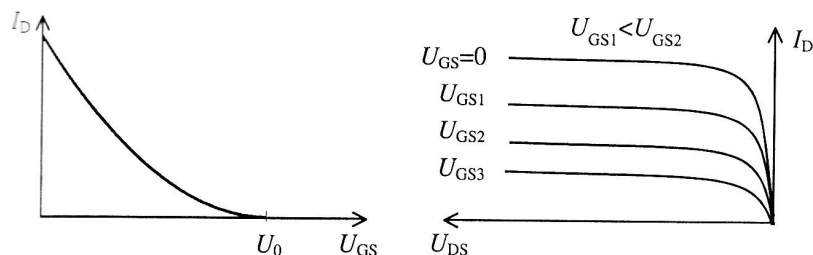


Az n csatornás JFET jelleggörbéje

Ha a kivezetések közé az ábrán feltüntetett feszültségeket kapcsoljuk, akkor a G elektróda félvezető rétege és a csatorna között lévő p-n átmenetet záróirányban feszítjük elő. A záróirányú U_{GS} feszültség változtatásával változik a kiürített réteg szélessége is, így az áramvezető csatorna keresztmetszete. A keresztmetszet változtatásával viszont változik a csatorna áramvezető képessége, és ezáltal a forrás és a nyelő elektróda között folyó I_D áram nagysága is. Egy adott nagyságú U_{DS} feszültség mellett akkor folyik a legnagyobb áram a csatornán, ha $U_{GS}=0V$, mert ilyenkor legnagyobb a csatorna keresztmetszete. Az U_{GS} feszültséget záróirányban növelve csökken a csatorna keresztmetszet, mert növekszik a kiürített réteg szélessége. Ezzel együtt viszont csökken az I_D áram is. Egy adott nagyságú U_{GS} zárófeszültség mellett két oldalról a csatornában olyan széles kiürített réteg alakul ki, hogy ezek összeérnek, és így a csatorna elzáródik, az áram megszűnik. Ez az U_0 elzáródási feszültségnél következik be.



A p csatornás JFET



A p csatornás JFET jelleggörbéje

A leírt működésből adódik, hogy a FET áramvezetési folyamatában mindig csak egyféle (a többségi) töltéshordozó vesz részt (innen ered az unipoláris tranzisztor elnevezés), szemben a bipoláris tranzisztorral, ahol a többségi és kisebbségi töltéshordozók egyaránt szerepet játszanak a vezetésben.

A FET kimeneti jelleggörbéje az U_{DS} - I_D összefüggést ábrázoló jelleggörbe-sereg. A jelleggörbét elemezve látható, hogy a záróirányú U_{GS} növelésével egyre csökken az I_D áram.

Végeredményben tehát az U_{GS} feszültség lezárt p-n átmeneteken keresztül vezérli az I_D áramot. A lezárt p-n átmenet esetén a G elektródán gyakorlatilag nem folyik áram. **A FET vezérléséhez** tehát nem **szükséges teljesítmény**. A G elektródán csak a lezárt p-n átmenet kisebbségi töltéshordozóinak árama folyik, ami 10^{-9} - 10^{-12} A nagyságrendű.

Mérési feladat:**COM3LAB – EC2 A FET felépítése.**

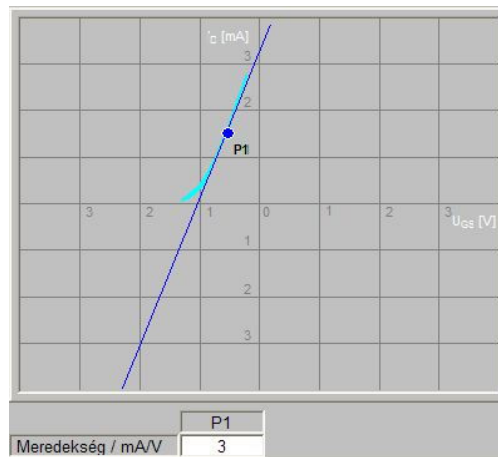
A multimédiás mérőlabor utasításai szerint vizsgáljuk meg a FET vezérlését a mérőkapcsolásban folyó áram mérésével:

- ☐ Ha a **Gate földelve** van, akkor a Drain-Source-csatorna vezetőképés. A záróréteg a p-n átmenetben nem elég nagy ahhoz, hogy a Drain-Source csatornát lezárja. Ezt az effektust hívják önvezetésnek. (függvénygenerátor $10V \rightarrow$ multiméteren $3,6 mA$)
- ☐ Ha a **Gate nyitva** van, akkor a FET zár. A töltéshordozók eltolásával a záróréteg elég nagy lesz ahhoz, hogy a Drain-Source csatornát lezárja. (függvénygenerátor $10V \rightarrow$ multiméteren $-0,2 mA$)
- ☞ Hogyan csoportosíthatók a térvezérlésű tranzisztorok?
- ☞ Milyen töltéshordozó vesz részt az unipoláris tranzisztorok áramvezetési folyamatában?
- ☞ Milyen rétegeket alakítanak ki a JFET gyártásakor?
- ☞ Hogyan működik a térvezérlésű tranzisztor?
- ☞ Mikor vezet az n csatornás JFET?
- ☞ Mit értünk az önvezetés fogalmán?
- ☞ Milyen teljesítmény szükséges a FET vezérléséhez (**NEM szükséges teljesítmény!**)
- ☞ Hogyan vezérelhető a JFET?

Mérési feladat:**COM3LAB – EC2 A JFET átviteli jelleggörbéje.**

A multimédiás mérőlabor utasításai szerint készítsük el a JFET átviteli jelleggörbéjét, majd határozzuk meg a meredekség értékét:

- ☐ A Drain áramot az R1-en mint árammérő ellenálláson kell mérni. A Gate-Source feszültséget a Gate és a Source között mérjük.
- ☐ Függvénygenerátor: DC Offset=2V; $V_{pp}=16V$; négyszöghullám; $f=50Hz$
- ☐ Oszilloszkóp beállítása:
Curve=XY, Y1/div=1V, Y2/div=1V, Y2/att=-1, X/div=1ms, Trigger=+Y2,
Trig. Level= -1V



- ☐ A meredekség differenciális viszony a Drain áram és a Gate-Source feszültség között, a JFET erősítésének mértéke.
- ☞ Mutassa be a JFET vezérlését az átviteli jelleggörbe segítségével!
- ☞ Hogyan határozható meg a JFET meredekségének értéke?

Ellenőrző kérdések

- ☞ Hogyan csoportosíthatók a térvezérlésű tranzisztorok?
- ☞ Milyen töltéshordozó vesz részt az unipoláris tranzisztorok áramvezetési folyamatában?
- ☞ Milyen rétegeket alakítanak ki a JFET gyártásakor?
- ☞ Hogyan működik a térvezérlésű tranzisztor?
- ☞ Mikor vezet az n csatornás JFET?
- ☞ Mit értünk az önvezetés fogalmán?
- ☞ Milyen teljesítmény szükséges a FET vezérléséhez? *(NEM szükséges teljesítmény!)*
- ☞ Mutassa be a JFET vezérlését az átviteli jelleggörbe segítségével!
- ☞ Hogyan határozható meg a JFET meredekségének értéke?

- 1) Melyek térvezérlésű tranzisztortípusok az alábbiak közül? 2 p.
- a) Záróréteges (I)
 - b) Bipoláris
 - c) Szigetelt vezérlőelektródás (I)
 - d) Földelt emitteres
- 2) Az unipoláris tranzisztorok áramvezetési folyamatában csak a többségi töltéshordozó vesz részt? 1 p.
- 3) Hogyan épül fel a JFET? 3 p.
- a) Az alapkristály két oldalán ellentétes adalékolású rétegeket hoznak létre. (I)
 - b) Az eszköz vezérlőelektródája a Gate (kapu, G) elektróda. (I)
 - c) Az áramvezető csatorna kivezetések a Emitter (forrás, E) illetve a Kollektor (nyelő, C) elektróda.
 - d) Az áramvezető csatorna kivezetések a Source (forrás, S) illetve a Drain (nyelő, D) elektróda. (I)
- 4) Hogyan működik a térvezérlésű tranzisztor? 4 p.
- Jelölje **I** betűvel az igaz, **H** betűvel a hamis állítást a pontozott helyeken!
- a)Az U_{GS} feszültséget záróirányban növelve a csatorna keresztmetszet is növekszik, mert csökken a kiürített réteg szélessége. (H)
 - b)Egy adott nagyságú U_{DS} feszültség mellett akkor folyik a legnagyobb áram a csatornán, ha $U_{GS}=0V$, mert ilyenkor legnagyobb a csatorna keresztmetszete. (I)
 - c)Egy adott nagyságú U_{GS} zárófeszültség mellett két oldalról a csatornában olyan széles kiürített réteg alakul ki, hogy ezek összeérnek, és így a csatorna elzáródik, az áram megszűnik. (I)
 - d)A záróirányú U_{GS} növelésével egyre nő az I_D áram. (H)
- 5) Mit értünk az önvezetés fogalmán? 2 p.
- Ha a Gate földelve van, akkor a Drain-Source-csatorna vezetőképés. A záróréteg a p-n átmenetben nem elég nagy ahhoz, hogy a Drain-Source csatornát lezárja.
-
-
- 6) Milyen teljesítmény szükséges a FET vezérléséhez? 1 p.
- a) Ugyanannyi, mint a bipoláris tranzisztoroknál.
 - b) Nem szükséges teljesítmény. (I)
 - c) A diódák teljesítményfelvételével egyezik.
 - d) A vezérelt árammal arányos.
- 7) Hogyan határozható meg a JFET meredekségének értéke? 1 p.
- a) Differenciális viszony a Gate áram és a Drain -Source feszültség között.
 - b) Differenciális viszony a Drain áram és a Gate-Source feszültség között. (I)
 - c) A Drain áram és a Source áram különbsége.
 - d) A Drain áram és a Gate áram összege.

- 8) Mit mutat meg a JFET kimeneti jelleggörbe nyalábja? 4 p.
Jelölje **I** betűvel az igaz, **H** betűvel a hamis állítást a pontozott helyeken!
a)Leírja a Drain áram és a Drain-Source feszültség közötti viszonyt.
A paraméter a Gate-Source feszültség. (**I**)
b)Leírja a Gate áram és a Gate-Source feszültség közötti viszonyt.
A paraméter a Gate-Source feszültség. (**H**)
c)Az Emitter áram és a Kollektor-Emitter feszültség viszonyát írja le.
A paraméter a Bázis áram. (**H**)
d)Leírja a Drain áram és a Drain-Source feszültség közötti viszonyt.
A paraméter a Drain-Source feszültség. (**H**)
- 9) Mi tapasztalható 0V Gate feszültségnél? 1 p.
a) A csatorna elzáródik
b) Bekövetkezik a lavinatörés
c) A csatorna vezet (**I**)
d) Ekkor a legnagyobb a kimentí ellenállás
- 10) Hogyan határozható meg a kimentí ellenállás értéke? 2 p.
a) Differenciális arány a Drain-Source feszültség és a Drain áram között. (**I**)
b) A kimentí jelleggörbe emelkedéssel egyezik.
c) Megfelel a kimentí jelleggörbe emelkedés reciprokának. (**I**)
d) Különbösi viszony a Drain-Source feszültség és a Drain áram között.
- 11) Határozza meg a JFET kimeneti ellenállását, ha $\Delta U_{DS} = 10V$, $\Delta I_D = 2000\mu A$! 2 p.
a) $r = \Delta U_{DS} / I_D = 10V / 2mA = 5k\Omega$
- 12) Jelölje **I** betűvel az igaz, **H** betűvel a hamis állítást a pontozott helyeken! 4 p.
a) A JFET a bipoláris tranzisztorral szemben csak vezérlő feszültséget igényel, de vezérlő áramot nem, így a vezérlő elemek nem adnak le teljesítményt. (**I**)
b) A bipoláris tranzisztor a JFET-el szemben csak vezérlő feszültséget igényel, de vezérlő áramot nem, így a vezérlő elemek nem adnak le teljesítményt. (**H**)
c) A térvezérlésű tranzisztorok csak korlátozottan alkalmasak kisellenállású terhelések kapcsolására. (**I**)
d) A térvezérlésű tranzisztoroknál a kimeneti ellenállás erősen meg-nő a magas kimeneti áramnál. (**I**)
- 13) A JFET kimeneti jelleggörbe nyalábja **megfelel** a bipoláris tranzisztorénak, de a kezdeti szakaszban **laposabb**és a vezérelhető áram (Drain áram) **alacsonyabb**....., mint a kollektoráram a bipoláris tranzisztornál. 3 p.