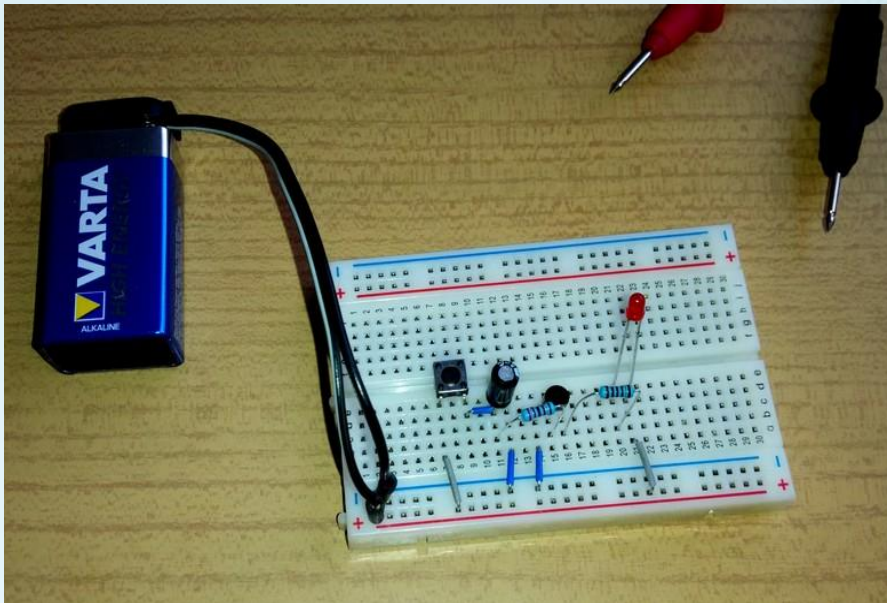


Hobbi Elektronika



Bevezetés az elektronikába:
Tervezérlésű tranzisztorok (FET)



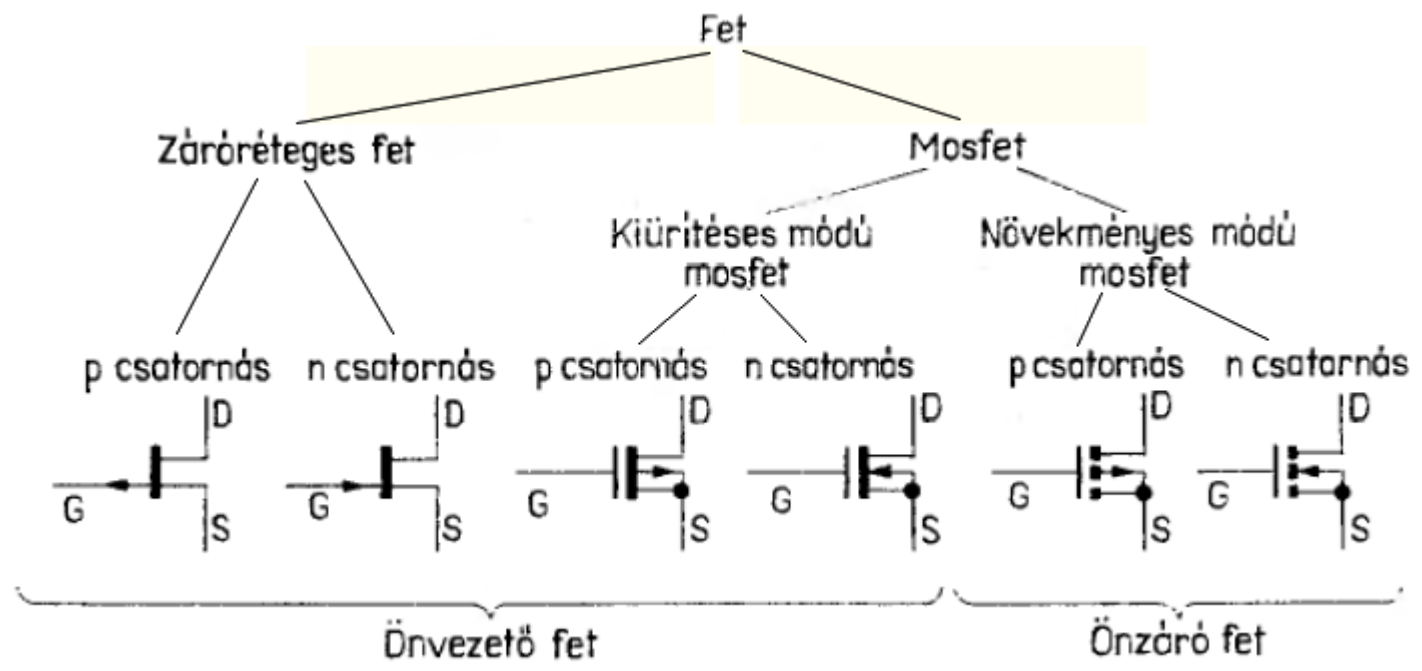
Felhasznált irodalom

- ❑ Sulinet Tudásbázis: [Unipoláris tranzisztorok](#)
- ❑ Electronics Tutorials: [The MOSFET](#)
- ❑ CONRAD Elektronik: [Elektronikai kísérletező készlet útmutatója](#)
- ❑ Talking Electronics: [The MOSFET](#)



FET tranzisztorok

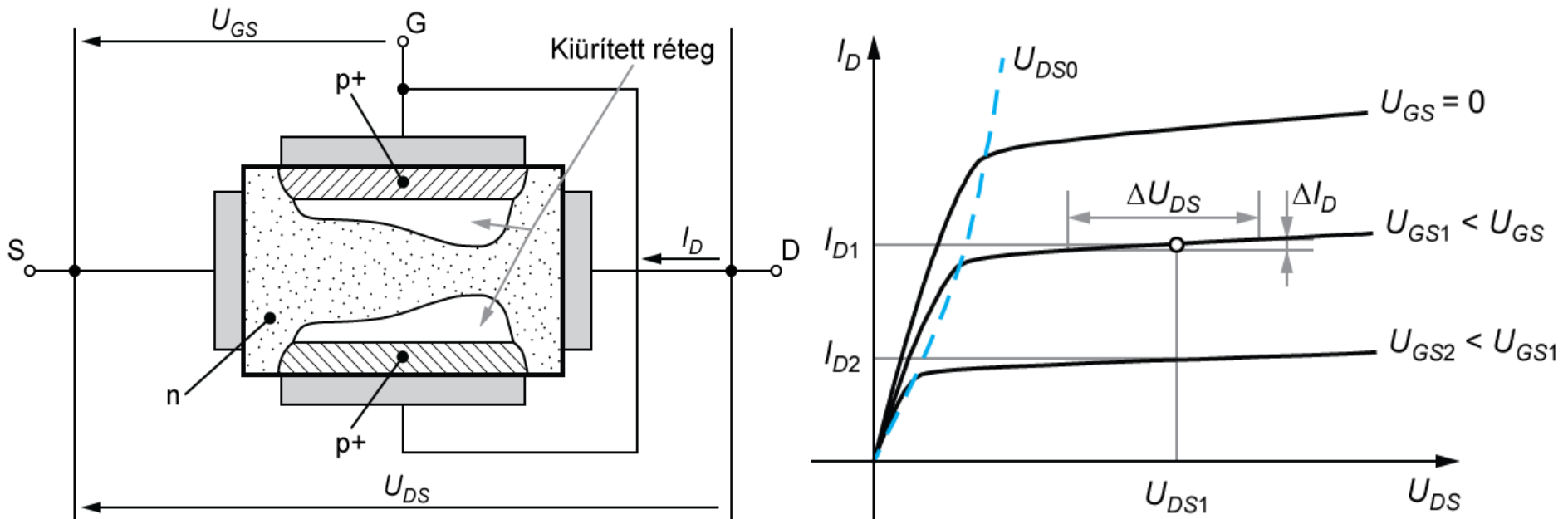
FET = Field Effect Transistor, azaz **térvezérlésű tranzisztor**. A **Drain** (nyelő) és **Source** (forrás) elektródák között folyó áramot a **Gate** (kapu) elektródára kapcsolt feszültség **elektromos tere** szabályozza. Sokféle fajtája van, melyek felépítésben, működésben és tulajdonságaikban eltérnek.





JFET (záróréteges FET)

Az alábbi ábrákon egy n-csatornás térvezérlésű rétegtranzisztor (N-JFET) felépítését és működését mutatjuk be. A D kollektor és az S emitter az n-típusú gyengén szennyezett félvezető csatorna végeire csatlakoznak. A G vezérlőelektróda a p-típusú réteghez csatlakozik. A záróirányú G-S előfeszítés növelése esetén a kiürített réteg kiterjeszkedik, s a D-S áram lecsökken (viselkedése és jelleggörbéje az elektroncsöves triódára hasonlít).



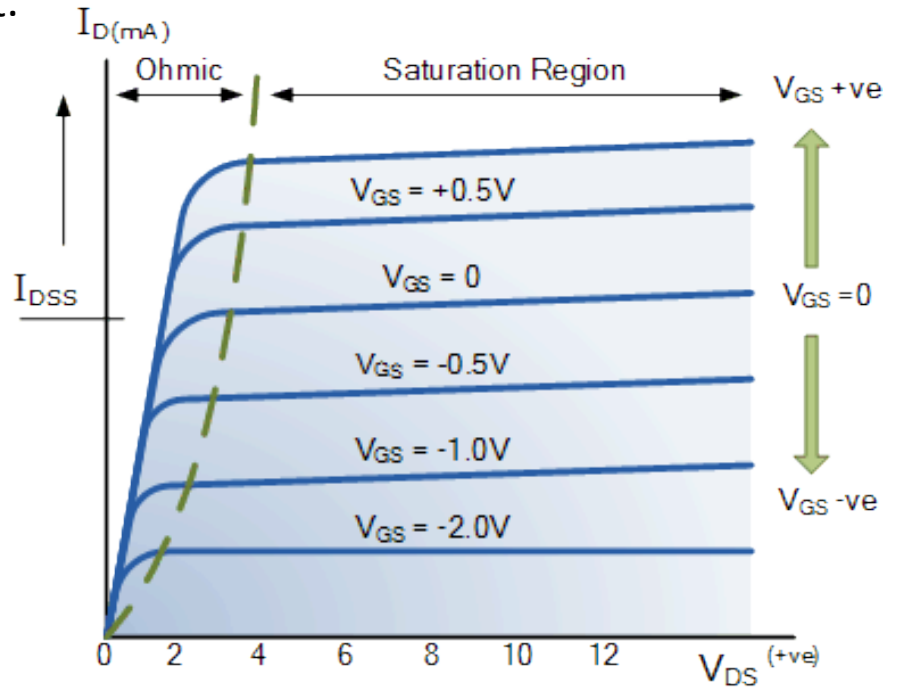
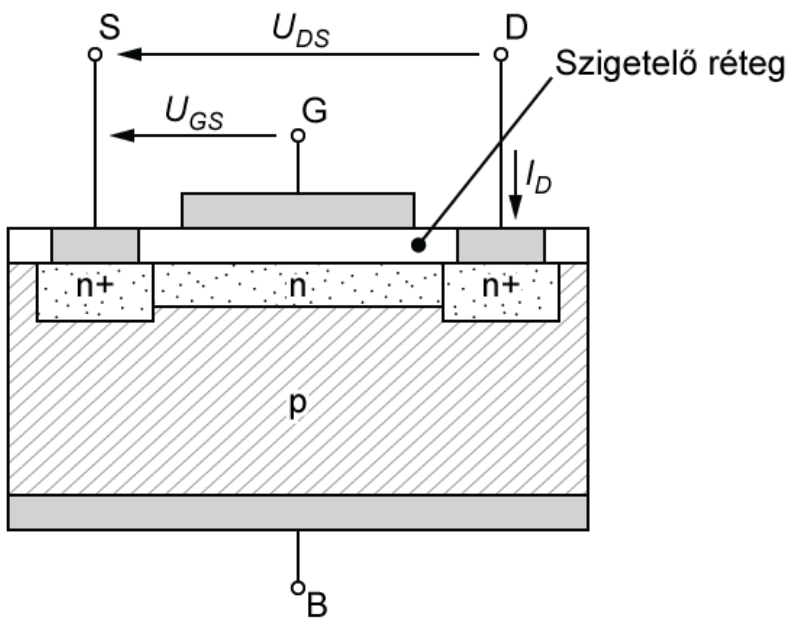
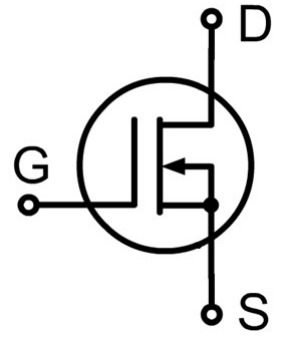


MOSFET (szigetelt vezérlőelektródájú FET)

1. Önvezetéses (kiürítéses) MOS FET

Pozitív G-S vezérlőfeszültség esetén a Gate oldal pozitív, a csatorna pedig negatív töltéseket akumulál, mintha a szennyezettséget növeltük volna meg -> a FET jobban vezet. Negatív G-S feszültség esetén a csatornában pozitív lyukak jelennek meg, amelyek az elektronokkal rekombinálnának -> a FET kevésbé vezet.

Végeredményben a csatornában akumulált töltéshordozók számával szabályozzuk az eszköz működési tartományát.

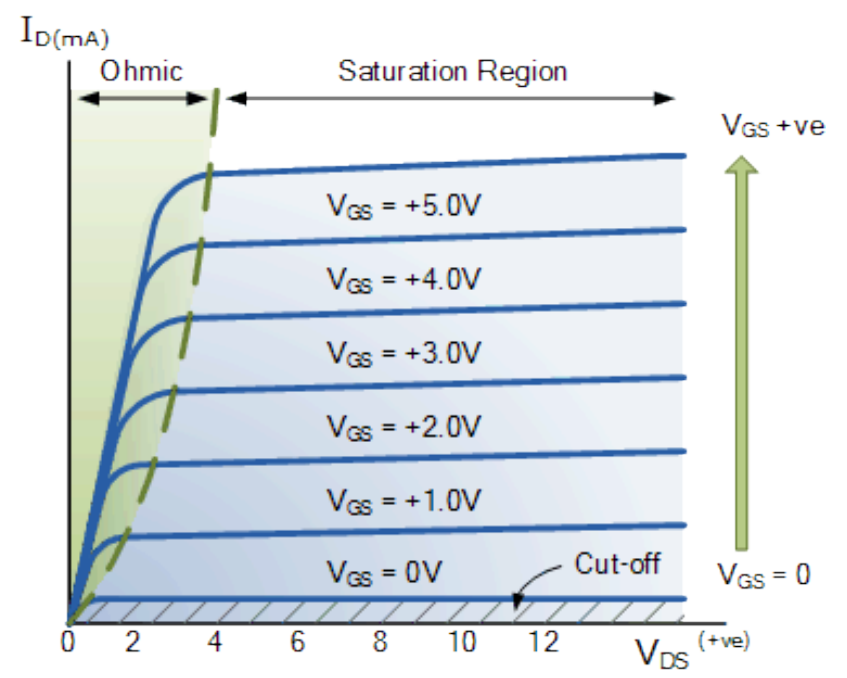
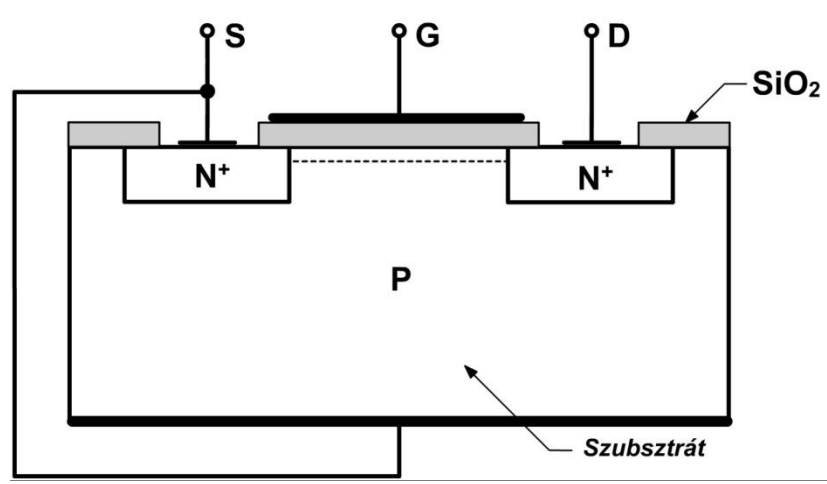
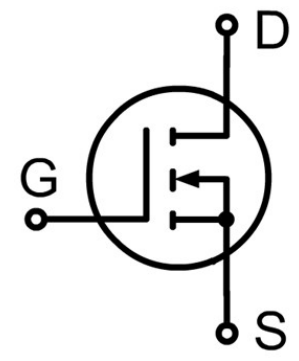




MOSFET (szigetelt vezérlőelektródájú FET)

2. Önzáró (növekményes) MOS FET (n-csatornás)

A tranzisztor aktív része egy p -típusú, gyengén szennyezett Si alapkristály (szubsztrát). Az alapkristályban két erősen szennyezett n -típusú vezető szigetet alakítanak ki, amelyek csatlakozással ellátva a tranzisztor S (forrás) és D (nyelő) elektródáját alkotják. A tranzisztor alaphelyzetben nem vezet. Ha a G (kapu) elektródára pozitív feszültséget kapcsolunk, a szubsztrátban található kisebbségi töltéshordozó elektronok közvetlenül a szigetelőréteghez vándorolnak és az S és D elektróda között egy N-típusú vezetőkcsatornát alkotnak.



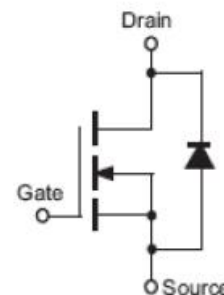
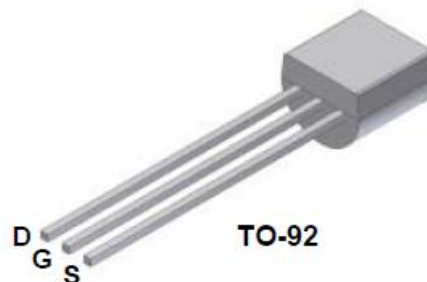


Adatlapok olvasása

Absolute Maximum: az a határ, ahol tönkremegy az eszköz, ha átlépjük a megadott értékeket!



BS170

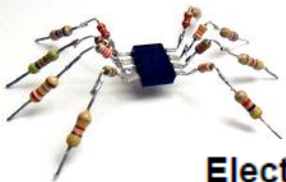


BS170 / MMBF170

N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor ®

Absolute Maximum Ratings $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	BS170	MMBF170	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage	60		V
V_{DGR}	Drain-Gate Voltage ($R_{GS} \leq 1M\Omega$)	60		V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage	± 20		V
I_D	Drain Current - Continuous	500	500	mA
	- Pulsed	1200	800	
T_J, T_{STG}	Operating and Storage Temperature Range	- 55 to 150		$^\circ\text{C}$
T_L	Maximum Lead Temperature for Soldering Purposes, 1/16" from Case for 10 Seconds	300		$^\circ\text{C}$

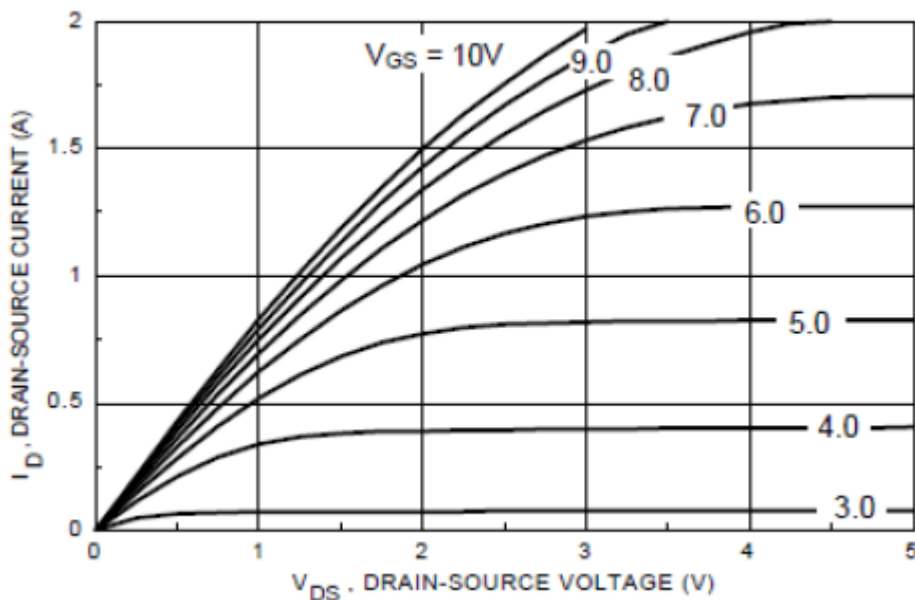


Adatlapok olvasása

Electrical Characteristics $T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Conditions	Type	Min.	Typ.	Max.	Units
OFF CHARACTERISTICS							
BV_{DSS}	Drain-Source Breakdown Voltage	$V_{GS} = 0V, I_D = 100\mu A$	All	60			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current	$V_{DS} = 25V, V_{GS} = 0V$	All			0.5	μA
I_{GSSF}	Gate - Body Leakage, Forward	$V_{GS} = 15V, V_{DS} = 0V$	All			10	nA
ON CHARACTERISTICS (Notes 1)							
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 1mA$	All	0.8	2.1	3	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-Source On-Resistance	$V_{GS} = 10V, I_D = 200mA$	All		1.2	5	Ω

A **BS170** mint kapcsoló: 5 V-os jellel akár 0.5 A kapcsolható, 1 V maradékfeszültség mellett...



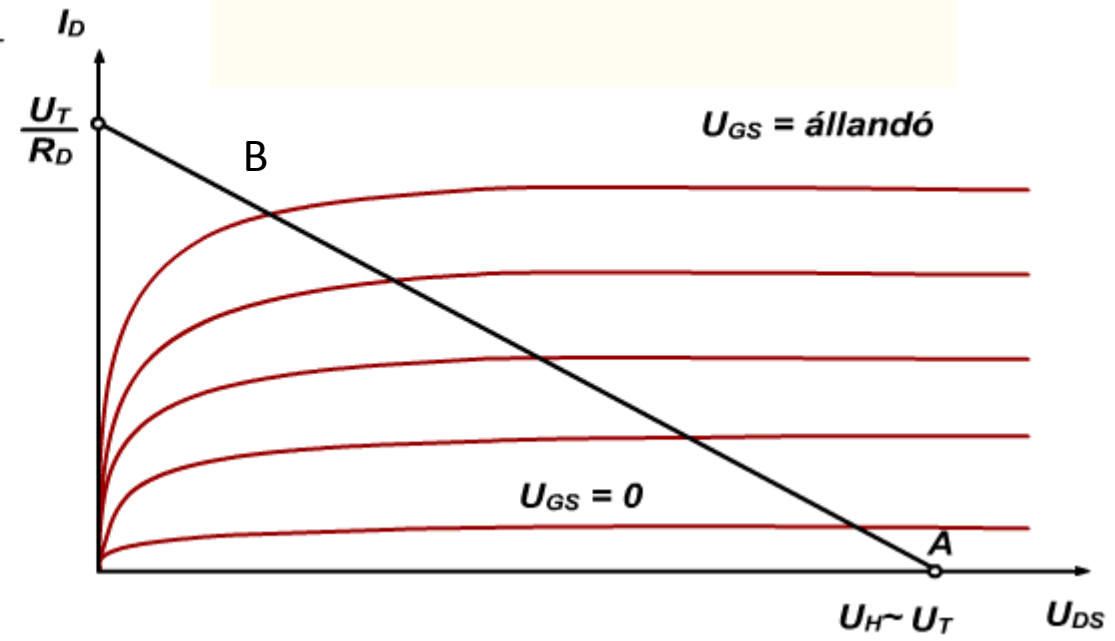
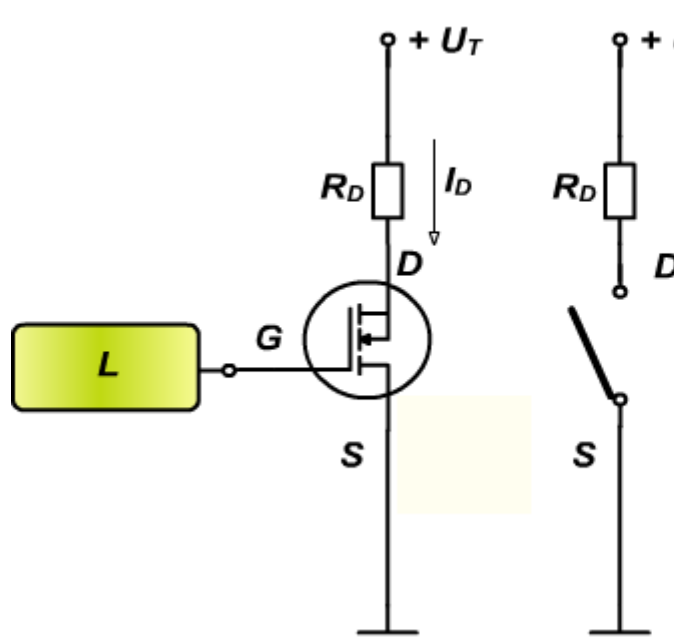
3,3 V-os jelszinttel csak kis (50 – 100 mA) kapcsolható!

9 – 10 V-os bemenőjel esetén minimális a maradékfeszültség ($U_{GS} < 1 V$)



A MOSFET mint kapcsoló

- A. Ha a kapu elektródát 0 körüli alacsony feszültségre (L) kapcsoljuk, akkor a tranzisztor nem vezet, a forrás és a nyelő között közelítőleg a tápfeszültség mérhető.
- B. Ha a növekményes, n-csatornás MOSFET kapu (G) elektródájára pozitív feszültséget kapcsolunk (H), a tranzisztor vezet, a forrás (S) és nyelő (D) elektródák közt csak 100 mV nagyságrendű maradékfeszültség mérhető.

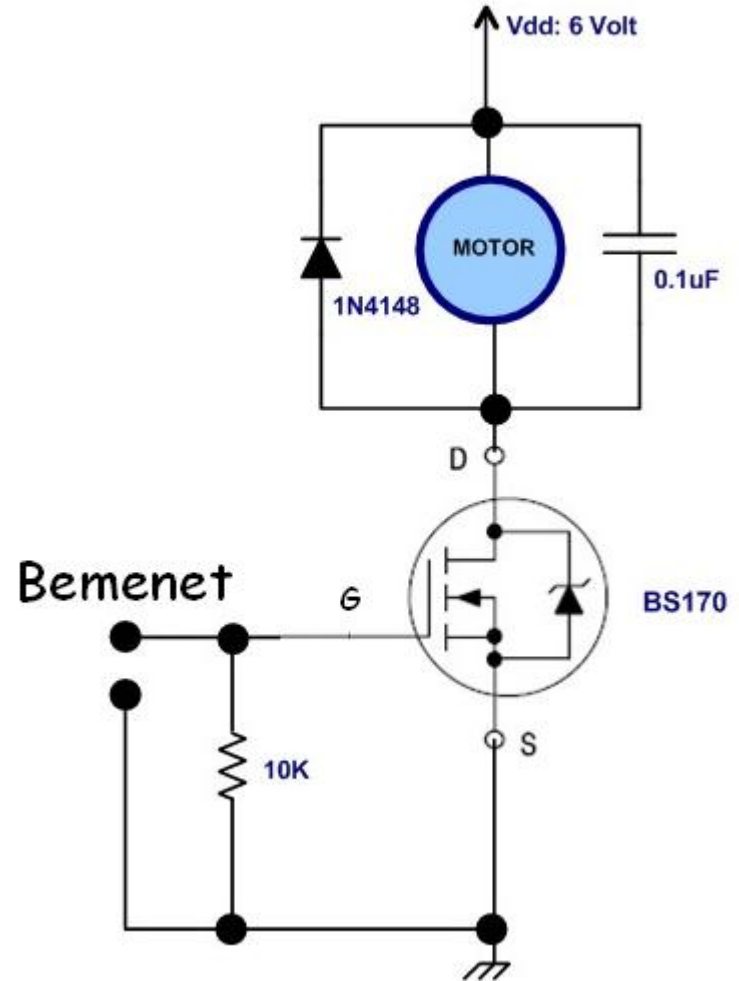




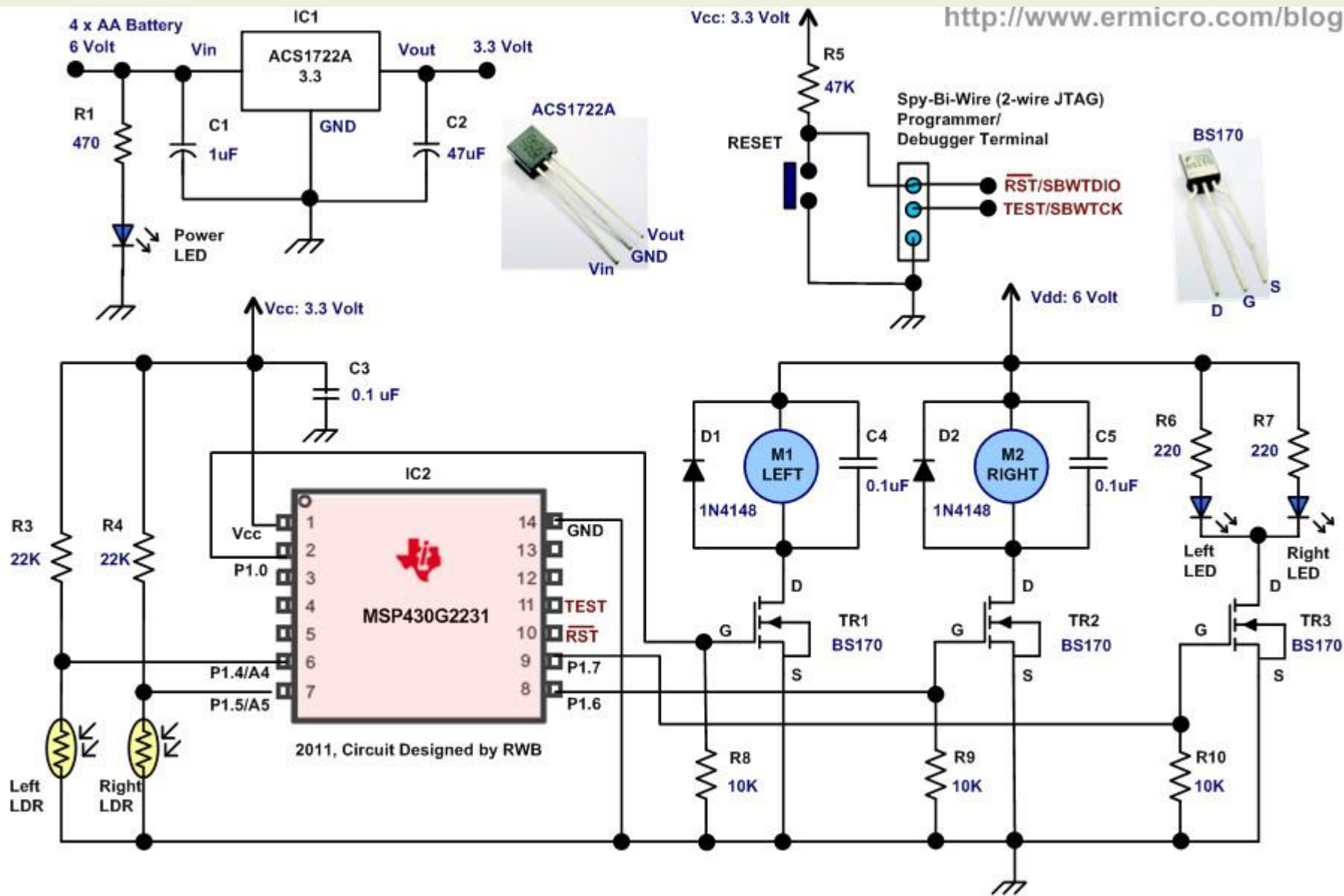
A MOSFET mint kapcsoló

Az alábbi kapcsolás a földelt emitteres NPN tranzisztoros kapcsoláshoz hasonló.

- Feszültségvezérlés miatt nem kell soros ellenállás a bemenetre.
- A Gate és a föld közé kötött ellenállás megakadályozza, hogy a lebegő bemenet esetleges feltöltődése kinyissa a tranzisztort.
- Az 1N4148 dióda az induktív terhelés miatt szükséges védelem.
- A kondenzátor a kefések motor szikrázása miatti zavarokat szűri.



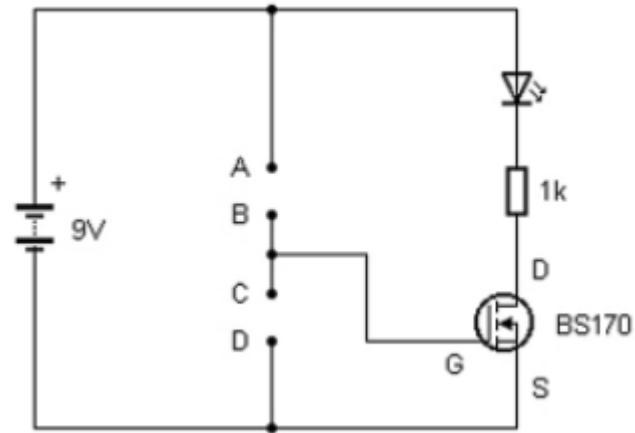
FET alkalmazási példa: Vonalkövető robot kapcsolóelemeiként (motorok, LED-ek vezérlése)



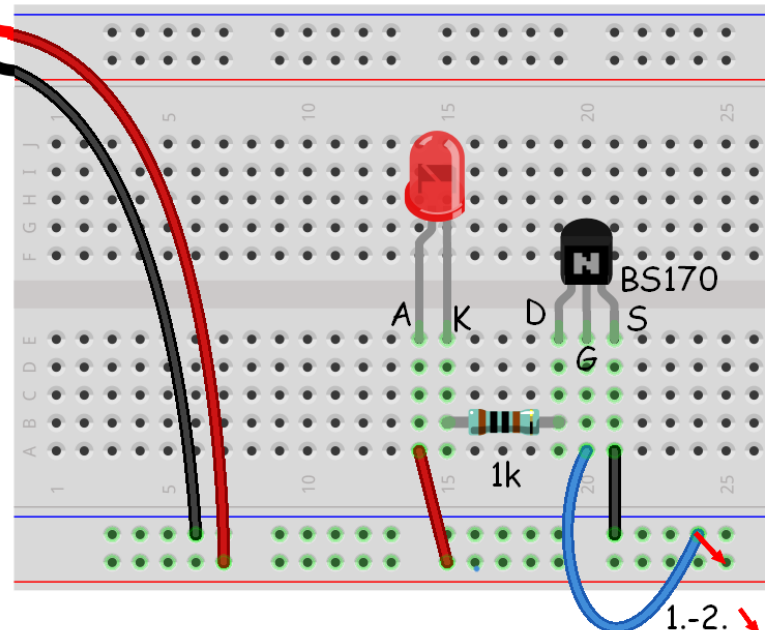


Egyszerű FET-es kapcsolások

A MOSFET vezérelt árama (D-S között) a G és S közé kapcsolt feszültségtől. Ha G-re legalább kb. 2V pozitív feszültség jut, a tranzisztor vezet. A G kivezetés teljesen szigetelt, és egy kis, kb. 60 pF-os kondenzátort képez. Ezért, ha a Gate egyszer fel lett töltve, a Gate-feszültség sokáig fennmarad.



- 1. feladat:** Építsük meg a kapcsolást, majd az A-B pontok zárásával töltsük fel a G elektródát!
- 2. feladat:** A C-D pontok zárásával süssük ki a G elektródát!



Forrás: Conrad Elektronikai kísérletezőkészlet mintapéldája, 15. MOSFET-es érintés érzékelő

Figyelem: Vigyázzunk a Gate bemenetre, ami különösen érzékeny a statikus töltésekre!

1.-2. lépés



LED fényerejének változtatása

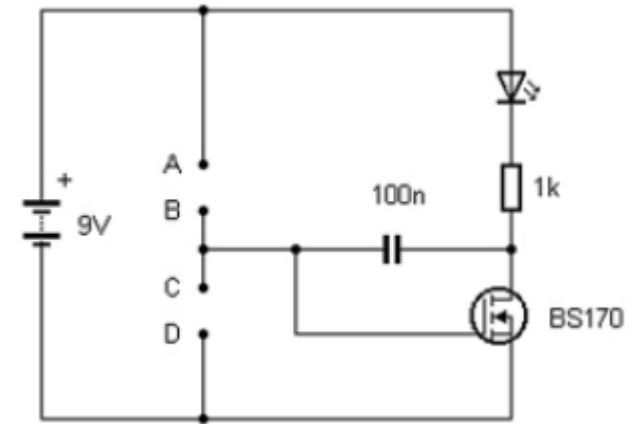
Ha beiktatunk egy kondenzátort a Gate és Drain közé, a „teljesen be” és „teljesen ki” közötti állapotok is fennmaradhatnak. Ha a Gate feszültség csökken, a Drain-áram kisebb lesz, a LED fényereje csökken.

- Az A és B kontaktusok érintésekor a LED fényesebben világít.
- A C és D-t kontaktusok érintésekor a LED elhalványodik.

Megjegyzés: Az érintésre adott válasz sebessége különböző. A fényerő növekedés a nagyobb töltőfeszültség miatt gyorsabb, mint az elhalványodás.

Forrás: Conrad Elektronikai kísérletezőkészlet mintapéldája, 15. Érintésérzékelő dimmer

Figyelem: Vigyázzunk a Gate bemenetre, ami különösen érzékeny a statikus töltésekre!

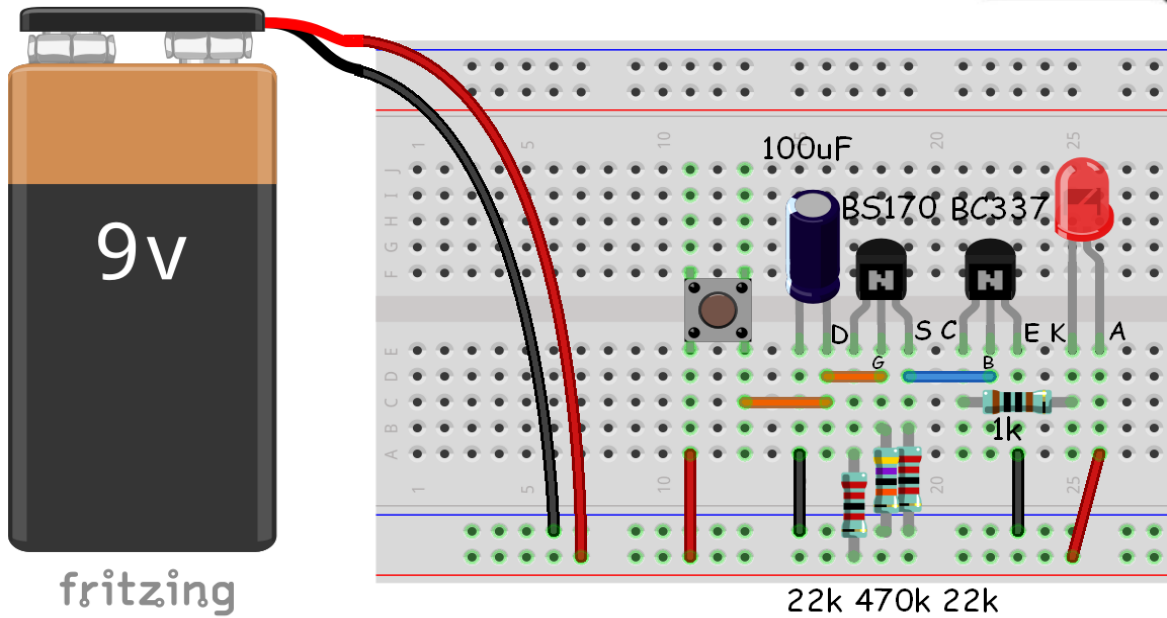
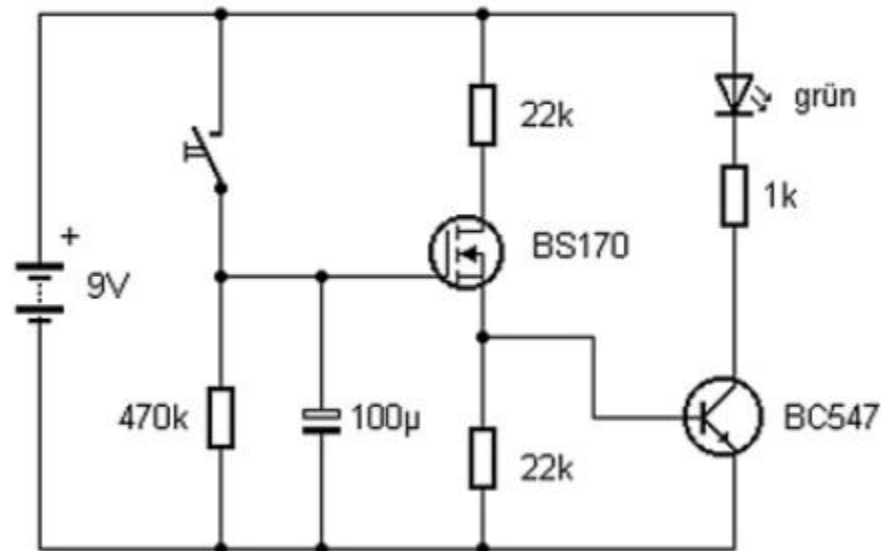


3. feladat: Az 1. feladatnál megépített áramkört egészítsük ki egy kondenzátorral a fenti ábrán látható módon! Vizsgáljuk meg az áramkör működését!

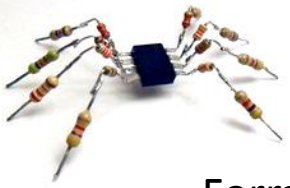


Egyperces időzítő

A nyomógomb megnyomásakor a LED bekapcsol, és körülbelül egy percig világít. Az átmenet a be- és kikapcsolás között lágy, de viszonylag gyors. A kondenzátor 9 V-ra töltődik fel. Kisülni a 470-k Ω -os ellenálláson keresztül fog. Amíg a Gate feszültség kb. 2,6 V fölött van, a FET vezet, és bázisárammal látja el az NPN tranzisztort, amely a LED-et bekapcsolja.



Forrás: Conrad Elektronikai kísérletezőkészlet mintapéldája, 20. Egyperces világítás



Három LED-es villogó

Forrás: www.talkingelectronics.com/projects/MOSFET/MOSFET.html

Mindhárom FET bemenete töltési és kisütési fázisokon megy keresztül, de fáziseltolással.

Végeredményben a három LED közül valamelyik mindig kikapcsolt állapotban van, kettő pedig világít.

Az áramkört a szimulátorban is kipróbálhatjuk. A szimulációhoz az időállandót a századrészére csökkentettük, hogy a jelalak áttekinthető legyen.

Szimulátor:
www.falstad.com/circuit/

