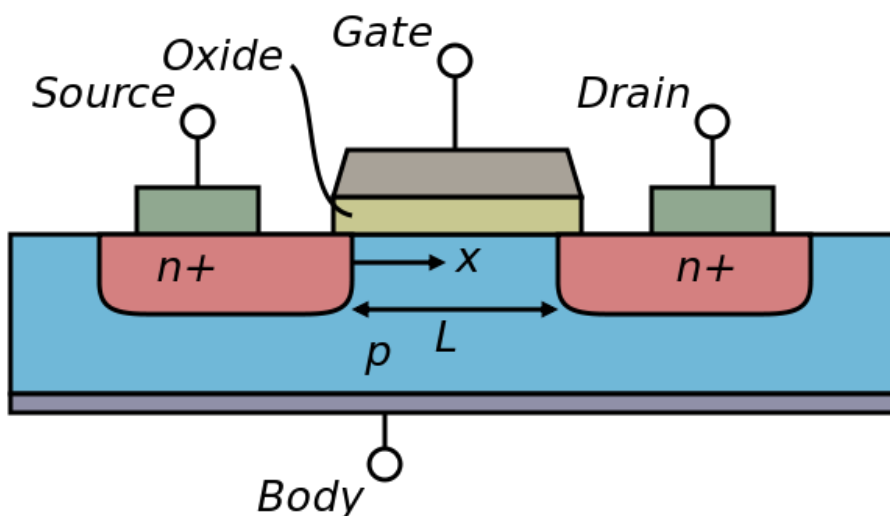


FET транзистори

Field-effect transistor (FET) је транзистор који користи електрично поље да контролише облик и проводљивост канала ма ког типа носилаца наелектрисања кроз полупроводнички материјал. FET транзистори су униполарни транзистори, јер садрже носиоце електрицитета само једног (издвојеног) типа (пола).

FET-ови могу бити компоненте са већинским носиоцима наелектрисања, у којима се струја углавном доминантно преноси већинским носиоцима наелектрисања или мањинским носиоцима у компонентама са мањинским носиоцима електрицитета. Компонента се састоји из активног канала кроз који носиоци електрицитета, електрони или позитивне шупљине, протичу од сорса ка дрејну, управљани гејтом. Проводне електроде –прикључци су повезани на полупроводник преко омских контаката. Проводљивост канала је функција напона између гејта и сорса. Дакле, 3 прикључка FET-а су:



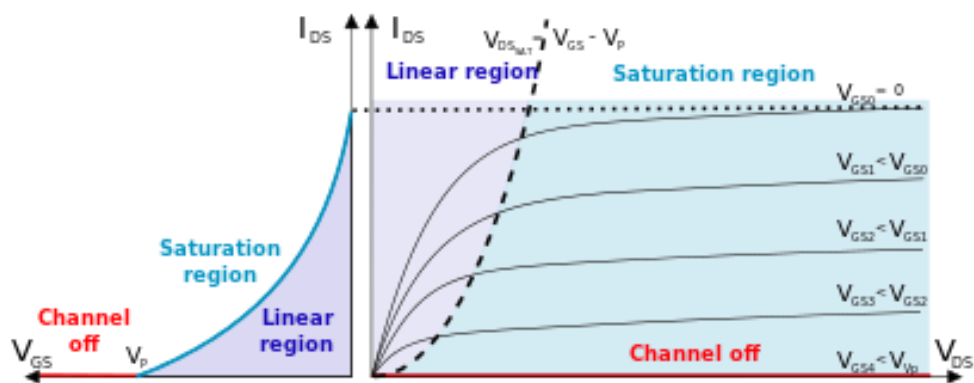
Слика 1. Попречни пресек кристалне плочице FET-а.

Неки FET-транзистори садже и четврту электроду, звану база, а то је заправо супстрат. Она служи да побуди транзистор на активан рад. Гејт се може посматрати као контрола отварања и затварања физичке капије. Ова капија омогућује електронима да протичу кроз или да блокира њихов пролаз креирањем или елиминисањем канала између сорса и дрејна. Електрони протичу од сорса ка дрејну под утицајем доведеног напона. Обично је база везана на највиши или најнижи напон, зависно од типа FET-а.

FET контролише проток електрона или шупљина од сорса ка дрејну делујући на величину и облик „проводног канала“ који је створен од стране напона или његовог недостатка који се доводи на гејт. Овај проводни канал је „поток“ кроз који електрони теку од сорса ка дрејну.

У n-каналном FET-у у деплеционом (осиромашеном) начину рада негативан напон између гејта и сорса проузрокује да осиромашена област порасте по ширини и пређе границу канала по боковима, сужавајући канал. Ако се толико прошири да затвори канал, отпорност канала од сорса до дрејна постаје велика и FET је ефективно искључен као прекидач. То се назива pinch-off voltage (напон дизања). Међутим, позитиван напон гејт-сорс повећава величину канала и олакшавају проток електрона.

У n-каналном FET-у у обогаћеном раду компоненте проводни канал природно не постоји унутар транзистора па је неопходан позитиван напон гејт-сорс да би га створио. Позитиван напон привлачи слободне електроне који плутају око гејта да протичу и стварају проводни канал. Али најпре мора бити приву FET-а. Тако се формира слој без покретљивог елкрицитета, звани осиромашени (деплециони) слој, а напон под којим се појављује се назива праг напона FET-а. Даље, пораст напона гејт-сорс ће привући чак више електрона ка гејту који су у могућности да формирају проводни канал од сорса ка дрејну. Овај се процес назива инверзија. За оба начина рада при напонима дрејн-сорс много мање него при гејт-сорс напонима промена напона гејта ће мењати отпорност канала, а струја дрејна ће бити пропорционална напону дрејна па у овом случају FET ради као променљиви отпорник па се за њега каже да је у линеарном или омском режиму рада.



Слика 2. I–V карактеристика и излазни дијаграм JFET n-каналног транзистора.

Ако расте напон дрејн-сорс, проузрокује значајну асиметричну промену облика канала услед нагиба напона од сорса до дрејна. Облик инверзне области постаје

"pinched-off" близу краја канала дрејна. Ако напон дрејн-сорс и даље расте, "pinch-off" тачка канала почиње да се помера из дрејна ка сорсу. Тад је FET у засићењу (saturation mode). Неки га називају активан режим рада, јер тада појачава сигнал. Дакле, у овом режиму рада, FET се понаша као извор константне струје или као напонски појачавач, јер напон гејт-сорс . одређује ниво константне струје кроз канал.

FET транзистори се још користе у дигиталним колима, за интегрисана кола, за мултиплексере, логичка кола, меморије, процесоре и тд.



Слика 3. p –канални FET транзистор

Типови FET транзистора:

- **JFET** (junction field-effect transistor) користе инверзни p–n спој да одвоје гејт од супстрата.
- **MOSFET** (metal–oxide–semiconductor field-effect transistor) користе изолатор (SiO_2) између гејта и супстрата.
- **DGMOSFET** (dual-gate MOSFET) је FET са два изолована гејта.
- **DEPFET** је FET оформљен од потпуно осиромашеног супстрата и ради као чвор-сензор, појачавач и меморија истовремено. Користи се као сензор слике (photon).
- **FREDFET** (fast-reverse or fast-recovery epitaxial diode FET) је специјализован FET пројектован да омогући врло брз опоравак (turn-off) диоде његовог тела .
- **HIGFET** (heterostructure insulated gate field-effect transistor) само у развоју.
- **MODFET** (modulation-doped field-effect transistor) користи [quantum well](#) структуру формирану постепеним допирањем активне облади.
- **TFET** (tunnel field-effect transistor) је базиран на band-to-band тунеловању.^[12]

- **IGBT** ([insulated-gate bipolar transistor](#)) је компонента контроје снаге. Има структуру сродну MOSFET транзисторус спрегнутом са биполарним главним проводним каналом. Раде у опсегу напона 200–3000 V Дрејн-сорс. [Power MOSFETs](#) још увек раде за напон дрејн-сорс од 1 до 200 V.
- **HEMT** ([high-electron-mobility transistor](#)), тзв HFET (heterostructure FET), може се правити коришћењем [bandgap](#)(процепа) [AlGaAs](#).
- **ISFET** (ion-sensitive field-effect transistor) може се употребити за мерење концентрације јона у растворима кад се концентрација (као што је H^+ , види [pH electrode](#)) мења, струја кроз транзистор ће се мењати према промени концентрације.
- **MESFET** (metal–semiconductor field-effect transistor) имитира [p–n junction](#) (спој) JFET-а са [Schottky barrier](#) (баријером и користи у GaAs и другим III-V полупроводничким материјалима.
- **NOMFET** је наночестична органска меморија од field-effect транзистора.[\[2\]](#)
- **GNRFET** (graphene nanoribbon field-effect transistor) користи [graphene nanoribbon](#) за свој канал.
- **VeSFET** (vertical-slit field-effect transistor) је квадратног облика FET без споја са а уским просеком на осталим угловима и контролом струје кроз прорезе.
- **CNTFET** (carbon nanotube field-effect transistor).
- **OFET** (organic field-effect transistor) користи органски полупроводник у свом каналу.
- **DNAFET** (DNA field-effect transistor) је специјализовани FET који ради као [biosensor](#) (биосензор), коришћењем гејта направљеног од издвојене нити DNA молекула да детектују спрегу DNA нити.

Глобална подела FET транзистора:

[Field-effect transistor](#) (FET)

- [JFET](#) (Junction Field-Effect Transistor) – N-CHANNEL или P-CHANNEL
- [MOSFET](#) (Metal Oxide Semiconductor FET) – N-CHANNEL или P-CHANNEL
- [MESFET](#) (MEtal Semiconductor FET)
- HEMT ([High electron mobility transistor](#))

Линкови на примену FET транзистора:

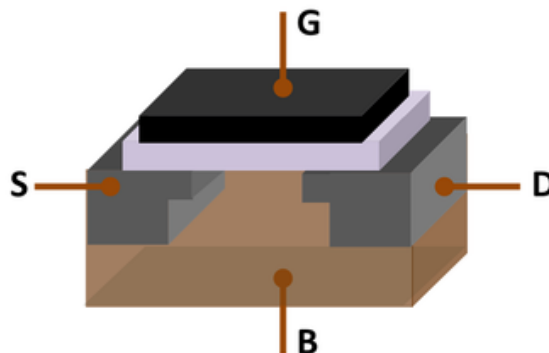
- [Field Effect Transistor Applications](#)
- [PBS The Field Effect Transistor](#)

- [Junction Field Effect Transistor](#)
- [The Enhancement Mode MOSFET](#)
- [CMOS gate circuitry](#)
- [Winning the Battle Against Latchup in CMOS Analog Switches](#)
- [Nanotube FETs at IBM Research](#)
- [Field Effect Transistors in Theory and Practice](#)
- [The Field Effect Transistor as a Voltage Controlled Resistor](#)

MOSFET транзистори

Синоним им је **insulated-gate field-effect transistor or IGFET**.

То су униполарни транзистори, јер имају струју носилаца електрицитета само једног пола. Имају три електроде-прикључка: гејт- gate (G), сорс- gate (G) и дреин- drain (D).



Слика 1. Пластица кристала MOSFET транзистора.

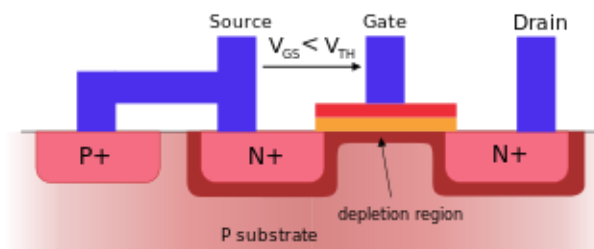
Гејт је одвојен од тела транзистора изолационим слојем (бели на слици).



Слика 2. Узорци MOSFET транзистора

Metal–oxide–semiconductor field-effect transistor (MOSFET, MOS-FET, или MOS FET) транзистор је транзистор са ефектом поља. Он је прекидач и појачавач електронских сигнала. Подједнако се користе у аналогној и дигиталној техници. У побољшаном начину рада MOSFET транзистора пад напона на оксиду индукује канал између контаката сорса и дрејна услед ефекта поља. Побољшани начин рада значи повећану проводност са порастом поља у оксиду што додаје носиоце електрицитета у канал, тзв инверзиони слој. Канал може садржати електроне (nMOSFET или nMOS) или шупљине (pMOSFET или pMOS), супротно типу супстрата. Тако је nMOS направљен од p-типа и обратно.

Док је напон гејта V_{GS} испод прага који ствара проводни канал, нема или је сасвим мала проводљивост између прикључака дрејн и сорс, па је транзистор искључен (switch off). Кад је гејт позитивнији од сорса, привлачи електроне и индукује проводни канал n-типа у супстрату испод оксида, која омогућује електронима да протичу између n-допираних прикључака (switch on).



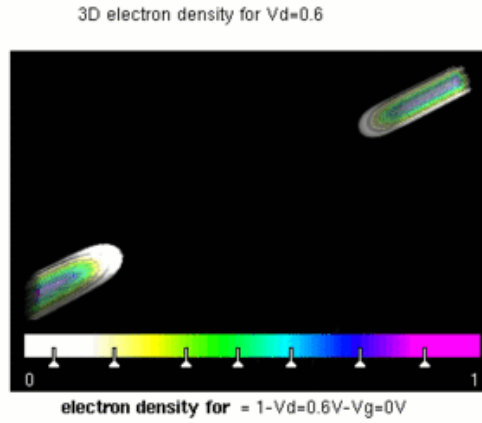
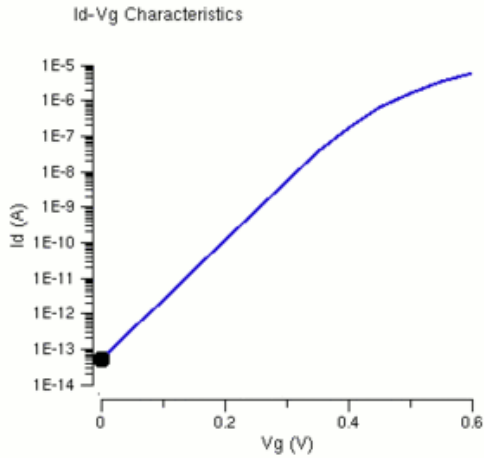
Слика 3. Попречни пресек кроз nMOSFET

Симулација резултата формације инверзног канала и достизања напона прага провођења (IV) је приказана на следећем линку:

- [MOSFET - Wikipedia, the free encyclopedia](https://en.wikipedia.org/wiki/MOSFET)

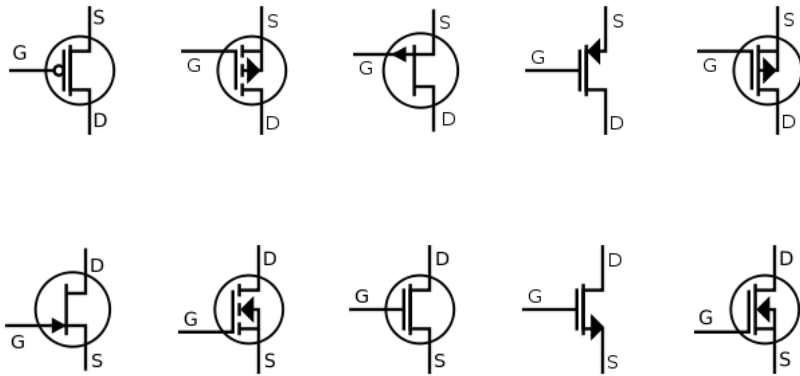
en.wikipedia.org/wiki/MOSFET

- [Composition](#) ·
- [Circuit symbols](#) ·
- [MOSFET operation](#) ·
- [History](#) ·
- [CMOS circuits](#)



Слика 4. Симулација резултата формације инверзног канала и достизања напона прага провођења (IV)

Симболи транзистора су:



P-channel

N-channel

JFET

MOSFET enh

MOSFET enh (no bulk)

MOSFET dep