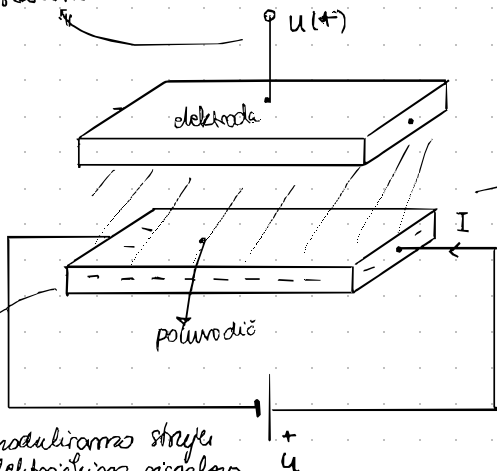


5.1. UNIPOLARNI TRANZISTOR

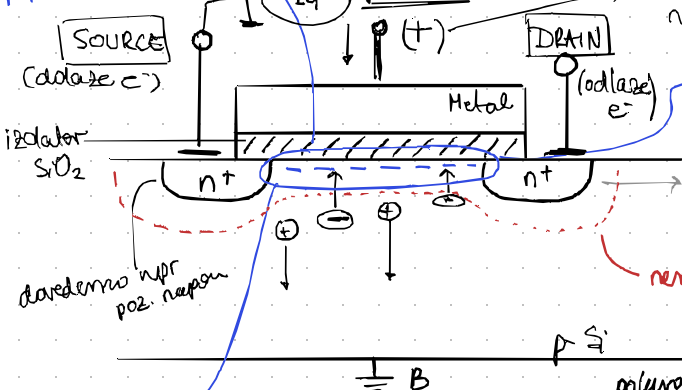
"venil na stranu"

* ovako samo ideja izgleda
dolge je prava skica



izolatorski materijal
→ povećamo li napon (U_{gt}) povećat ćemo struju
→ varijetom elektrodom kontroliramo veličnost u plošici koja nije direktno spojena s gornjom elektrodom

gornjanje e^- na p podlozi silicija



Što je veći U_{gt} , to je veća gornjanje naboja

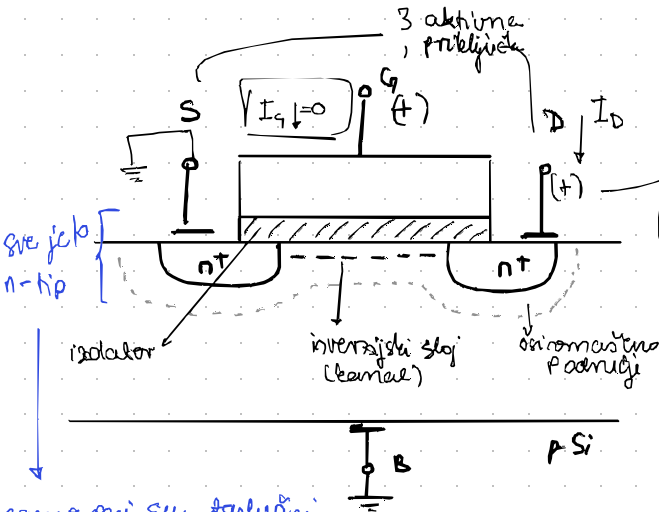
INVERZIJA (e^- na suprotnosti) - inverzijski sloj

n^+ i n^+ su povezani inverzijskim slojem (teče struja)

nema suprotnosti → onemogućeno protjecanje

manji naponi e^- ali dodatkom napona možemo ih "poboljšati" i stvoriti vidljiv kanal uz površinu → inverzija → povezuje S - D → "kanal" kroz koji teče struja

poluvodič p-tip (Si) - puno šupljina ($+$)



(+) privlači e^- , e^- izlaze iz kontakta odnosa to je kao da I_D ide u suprotnom smjeru

dobijemo el. polje
→ "Field Effect Transistor"

→ MOS FET

samo oni su važni za vodjenje struje

"Unipolarni" → samo jedan tip nosioca → u ovom slučaju vodi struju

(većinski nosioce struje su tu \underline{n})

Unipolarni tranzistor

→ 3 priključka

analogna elektronika = pojačalo
(tako kot U)

→ promjena U = upravljanje signalima

→ prednost → beskonačan ulazni

otpor - upravljanje bez ulazne snage

digitalna elektronika = preklopka
(0 ili 1)

TIPOVI:

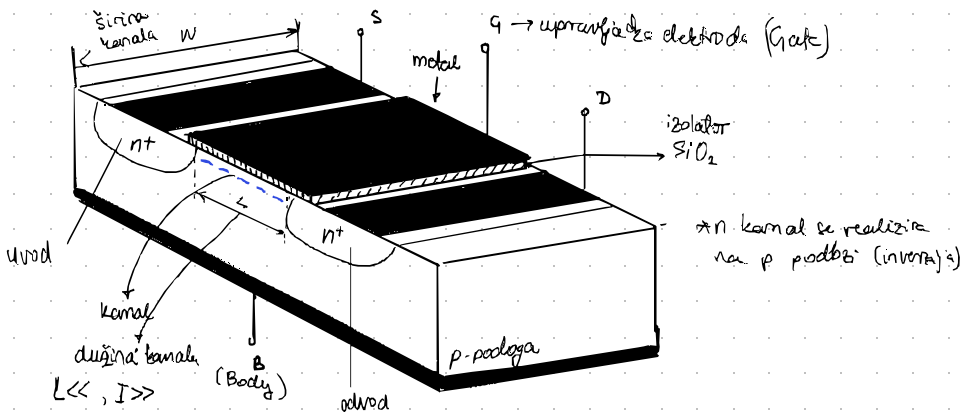
- MOSFET - Metal Oxide Semiconductor
- JFET - (spojni) Junction FET
- MESFET - Metal Semiconductor FET

FET
Field Effect Transistor

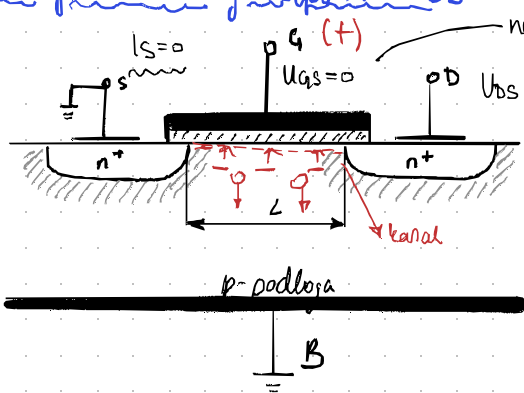
90% tržišta

pn-spoj

MS-spoj

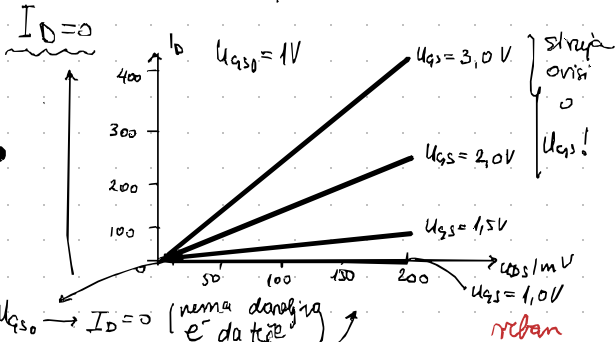


Priključak malog napona U_{GS}

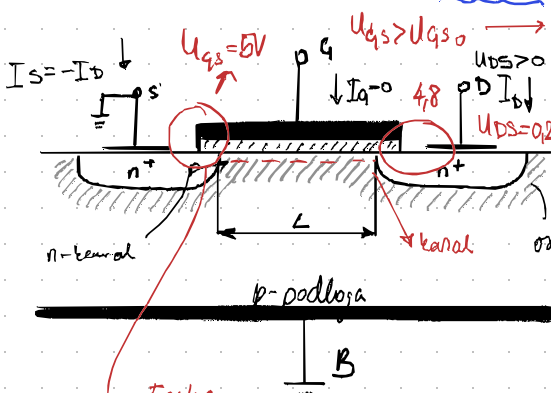


nema ΔC , nema ni pojave koje bi odhlyalo; privlačio naboje

U_GS > 0 (H) ali neće poteći struja (nema kanala)



Uzviši napona U_{GS} - formiranje kanala



$U_{GS} > U_{GS0} \rightarrow U_{GS0}$ je kritični napon → napon pri kojem dođe do formacije kanala

U_{GS0} - napon praga

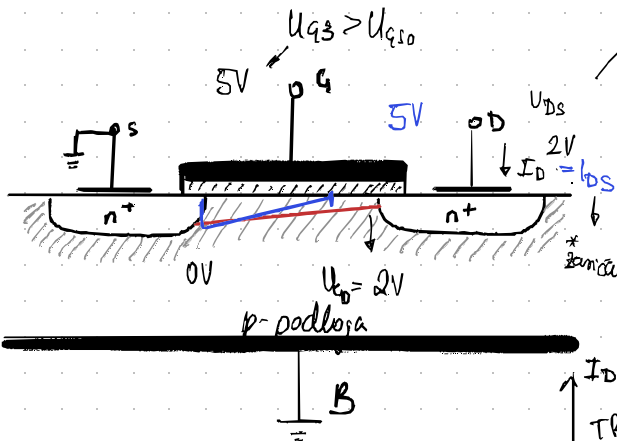
$n(\text{kanal}) \geq p(\text{podloga}) \Rightarrow$ da bi se provela struja

$5 \approx 4.8$

koncentracija je srazmjerno u kanalu jednaka

Rad uz veći napon U_{DS} - sužavanje kanala

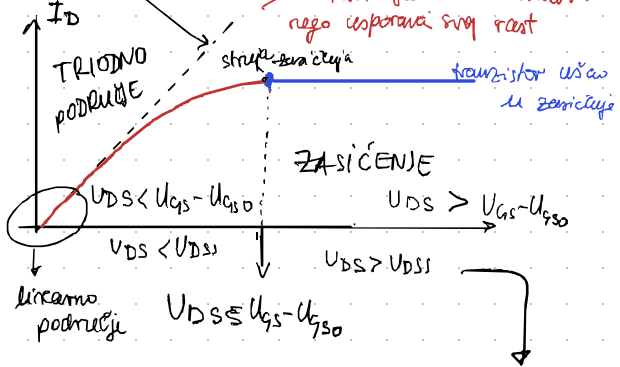
porastava \rightarrow otpor kanala



porastava struje
- smanjuje se razlika potencijala upravljačke elektrode i kanala

\rightarrow manji napon između upravljačke d. i poluvodiča \rightarrow konc. e^- je manja

- ostaje kao da je kanal manji
struja
ne raste jednoliko linearno nego usporava svoj rast



za $U_{GS} = 5V$

$\rightarrow U_{GD} < U_{GS0}$

$$U_{GS} - U_{DS} < U_{GS0} \Rightarrow U_{DS} > U_{GS} - U_{GS0}$$

* $U_{GS} = \text{konst}$

linearno područje

$U_{DS} \leq U_{GS} - U_{GS0}$

ZASIĆENJE
 $U_{DS} > U_{GS} - U_{GS0}$

* struja prolazi normalno kao struja zasićujuća kroz zaporno polarizirani pn spoj

Izvod strujno-naponske karakteristike

$U_{DS} < U_{GS} - U_{GS0}$, $U_{GS} > U_{GS0}$

$$C = \epsilon \frac{S}{d} \rightarrow \frac{C}{S} = \frac{\epsilon}{d}$$

kapacitet oksida
po jedinici površine

$$C_{ox} = \frac{\epsilon_{ox}}{t_{ox}} \left[\frac{F}{\text{cm}^2} \right]$$

da smo na strani s

$$\rightarrow \text{naboj elektrona: } dQ = -C_{ox}(dy \cdot W) [U_{GS} - U_{GS0} - U(y)]$$

potencijal raste u kanalu

\rightarrow driftna struja:

$$I_{Fn} = \frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{dy} \cdot \frac{dy}{dt} = \frac{dQ}{dy} \cdot v_{an}(y)$$

$$v_{an}(y) = -\mu_n F(y) = -\mu_n \cdot \frac{dU(y)}{dy}$$

$$\Rightarrow I_{Fn} = \frac{-C_{ox}(dy \cdot W)}{dy} [U_{GS} - U_{GS0} - U(y)] \cdot \mu_n \frac{dU(y)}{dy}$$

$$I_{Fn} = -\mu_n \cdot C_{ox} \cdot W [U_{GS} - U_{GS0} - U(y)] \cdot \frac{dU(y)}{dy}$$

struja odnosa $= -I_{Fn}$

$$I_D \cdot dy = \mu_n \cdot C_{ox} \cdot W [U_{GS} - U_{GS0} - U(y)] dU(y) / \int$$

$$\int_0^L I_D dy = \mu_n C_{ox} \cdot W \int_0^{U(L)=U_{DS}} [U_{GS} - U_{GS0} - U(y)] dU(y)$$

$$I_D \cdot L = \mu_n \cdot C_{ox} \cdot W \left[(U_{GS} - U_{GS0}) U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2} \right]$$

$$I_D = \frac{\mu_n \cdot C_{ox} \cdot W}{L} \left[(U_{GS} - U_{GS0}) U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2} \right] \Rightarrow I_D = K \left[(U_{GS} - U_{GS0}) U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2} \right]$$

$\frac{\mu_n \cdot C_{ox} \cdot W}{L}$ strujni koeficijent

struja u trijednom području
 $U_{DS} < U_{GS} - U_{GS0}$

za $U_{DS} = U_{DSS} = U_{GS} - U_{GS0}$

$$I_D = K \left[U_{DS}^2 - \frac{U_{DS}^2}{2} \right] = \frac{K}{2} U_{DS}^2 \Rightarrow$$

$$I_D = \frac{K}{2} (U_{GS} - U_{GS0})^2$$

struja u području zasićujuća

za $U_{DS} \ll U_{GS} - U_{GS0}$

$$\frac{U_{DS}^2}{2} \approx 0$$

$$I_D = K (U_{GS} - U_{GS0}) \cdot U_{DS} \rightarrow$$

$$I_D = K (U_{GS} - U_{GS0}) U_{DS}$$

linearno područje

* $I_D = 0 \rightarrow$ područje zasićujuća