

Moment 1 - Analog elektronik

Föreläsning 2 Transistorn del 2

Jan Thim

F2: Transistorn del 2

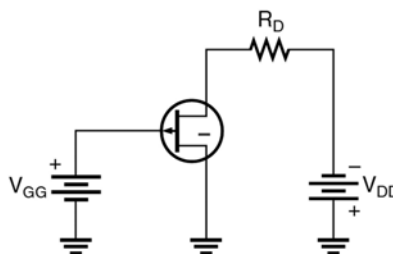
- Innehåll:
 - Fälteffekttransistorn - JFET
 - Karakteristikor och parametrar
 - MOSFET
 - Felsökning

Introduktion

- Fälteffekttransistorer är till skillnad från bipolartansistorer spänningsstyrda. En spänning på gaten (styre) styr utgående ström. FET:ens största fördel jämfört med bipolartransistorn är dess höga ingångsresistans.

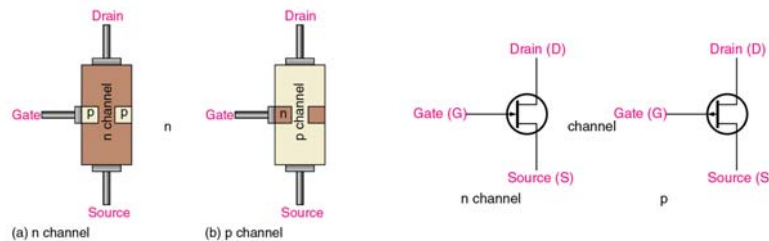
JFET

- JFET står för Junction (övergång) Field Effect Transistor.
- JFET:en kontrollerar ett strömflöde på utgången precis som bipolartransistorn. Detta sker dock med en spänning på ingången istället för en ström.
- JFET kan användas till förstärkning precis som bipolar.



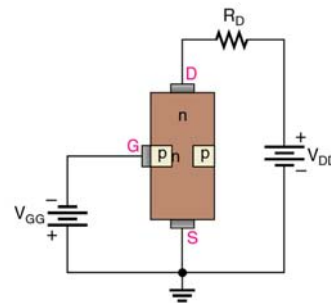
JFET

- In och utgångarna ser dock lite annorlunda ut.
- De kallas för gate (styre), drain (kollektor) och source (emitter).
- JFET kan vara antingen n eller p, och då är det kanalen genom gaten man syftar på.



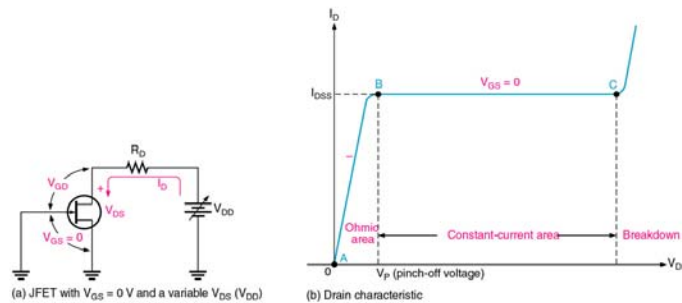
JFET

- Strömmen kontrolleras av ett fält som genereras över den backspända gate-source övergången (gaten är kopplad till bägge sidor).
- Med högre V_{GG} expanderar fältet och tjänar som en resistans för kanalen. Det betyder att V_{GG} begränsar strömmen genom R_D .
- Med låg eller ingen V_{GG} är strömmen genom R_D på sitt maximum.



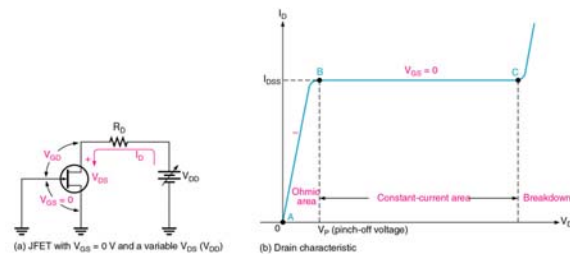
JFET karakteristika och parametrar

- Till att börja med kan vi kika på fallet när $V_{GS} = 0$.
- I_D ökar då proportionellt med V_{DD} (V_{DS} ökar när V_{DD} ökar).
- Detta kallas "ohmic region", ohmskt område.



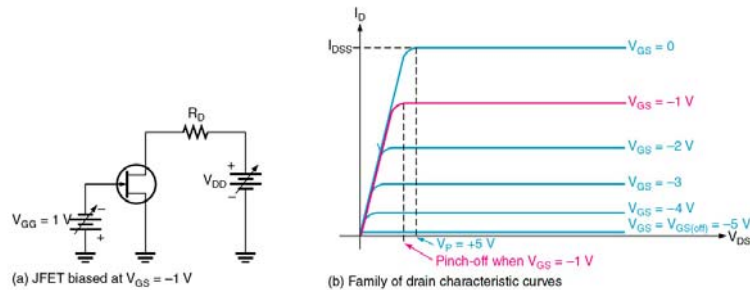
JFET karakteristika och parametrar

- Den punkt då I_D slutar att öka fast V_{DD} ökar kallas pinch-off spänningen.
- Då når man den maximala drainströmmen I_{DSS} .
- Även JFET har en genombrottsspänning efter detta område med konstant ström.



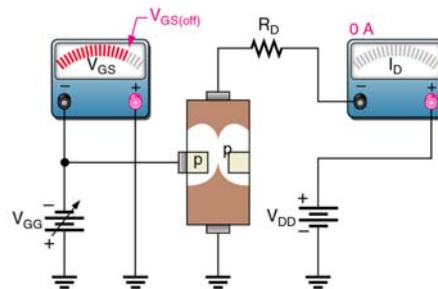
JFET karakteristika och parametrar

- Här ser vi vad som händer när V_{GS} ökar i amplitud.
 - I_D blir begränsad.
 - Pinch-off spänningen sjunker.



JFET karakteristika och parametrar

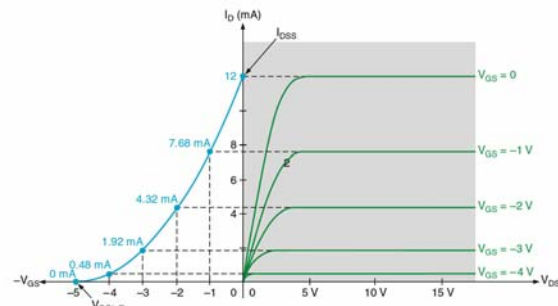
- När V_{GS} ökar minskar I_D .
- Det område då I_D är konstant och inte längre ökar kallas cutoff området.
- Gate fältet expanderar här så mycket att praktiskt taget ingen ström kan passera.



JFET karakteristikaer och parametrar

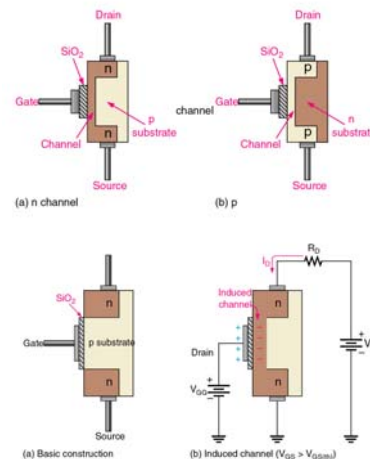
- Kurvan här under illustrerar hur V_{GS} kontrollerar I_D från cutoff ($V_{GS(off)}$) till pinch-off (V_P). Notera det kvadratiske sambandet.
- Detta ger oss en formel för att räkna ut drainströmmen:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - V_{GS} / V_{GS(off)} \right)^2$$



MOSFET

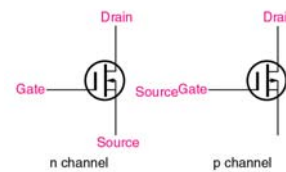
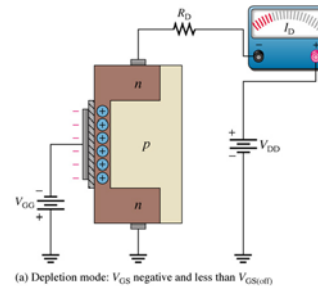
- Står för Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor.
- En typ av fälteffekttransistor, men den har ingen riktig p-n övergång.
- Gaten är här isolerad från kanalen.
- MOSFET är mycket känsliga för statisk elektricitet och måste hanteras därefter.



- Det finns två typer:

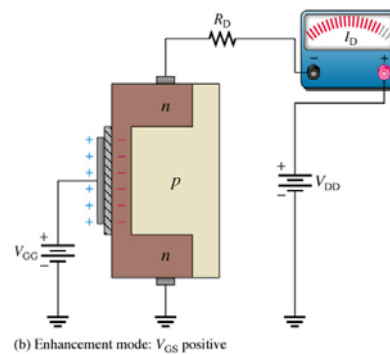
D-MOSFET

- D-MOSFET kan faktiskt arbeta både i anrikningsläge (läge = mode) och i utarmningsläge.
- För att arbeta i utarmningsläge görs gaten mera negativt laddad, vilket utarmar kanalen på elektroner. Man säger att kanalen blir smalare.



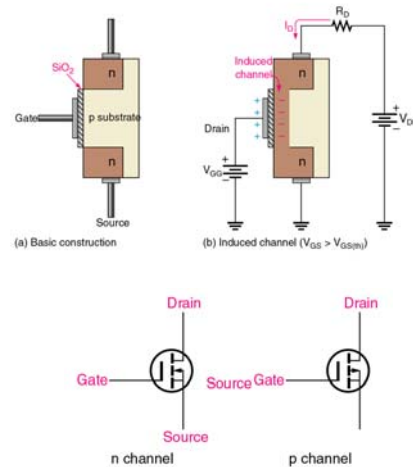
D-MOSFET

- För att arbeta i anrikningsläge gör man gaten istället positivt laddad, vilket attraherar fler elektroner till kanalen och möjliggör ett bättre strömflöde genom kanalen.
- Detta gäller för nMOS. För pMOS blir polariteterna omvända.



E-MOSFET

- E-MOSFET kan bara arbeta i anrikningssläge.
- Med en positiv spänning på gaten görs p-kanalen mera ledande.



MOSFET karakteristika och parametrar

Eftersom MOSFET delar många karakteristika och parametrar med JFET kommer vi bara att titta på skillnaderna.

MOSFET karakteristika och parametrar

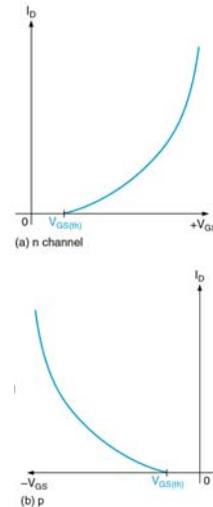
- E-MOSFET börjar endast leda när V_{GS} når en tröskelspänning $V_{GS(th)}$.

- Drainströmmen kan beräknas med följande formler:

$$K = I_{D(on)} / (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

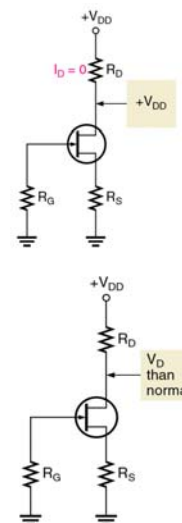
$$I_D = K (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

($I_{D(on)}$ hämtas från datablad.)



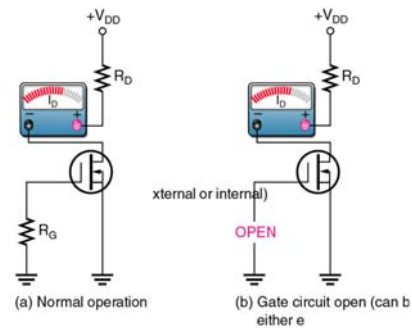
Felsökning

- Om $V_D = V_{DD}$ i en själv-biased JFET krets, kan det vara flera olika avbrott. Det är en klar indikation att ingen drainström finns. Mät på omgivande resistorer först. Byt endast ut FET:en om alla omgivande komponenter är okej.
- Om V_D är lägre än normalt i en själv-biased JFET krets, är ett avbrott i gatekretsen det mest troliga. En låg drainspänning betyder att mer ström än normalt flyter genom drain.



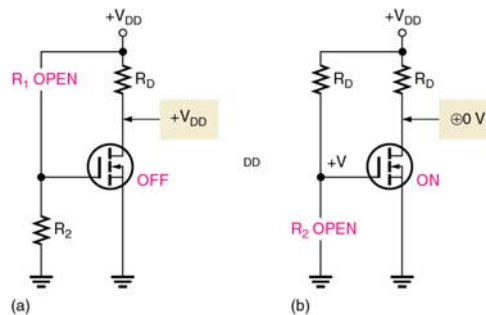
Felsökning

- I en noll-biased D-MOSFET eller en drain-feedback biased E-MOSFET, är ett avbrott i gatekretsen svårare att upptäcka. Kretsen kan se ut att vara rätt biased med DC spänningar, men kan faliera när man lägger på en AC signal.



Felsökning

- Om vi har en E-MOSFET med spänningsdelad biasering så är det lättare att hitta fel.
- Om det är avbrott i $R_1 \Rightarrow$ ingen drainström $\Rightarrow V_D = V_{DD}$
- Om det är avbrott i $R_2 \Rightarrow V_{DD}$ kopplad till gate $\Rightarrow V_D = 0$



Sammanfattning

- Fälteffekttransistorer har tre terminaler: gate, drain och source.
- JFET har hög ingångsresistans eftersom den är backspänd.
- MOSFET skiljer sig genom att gaten är isolerad från kanalen.
- D-MOSFETs kan arbeta i både utarmnings- och anrikningsläge. E-MOSFET kan bara arbeta i anrikningsläge.