

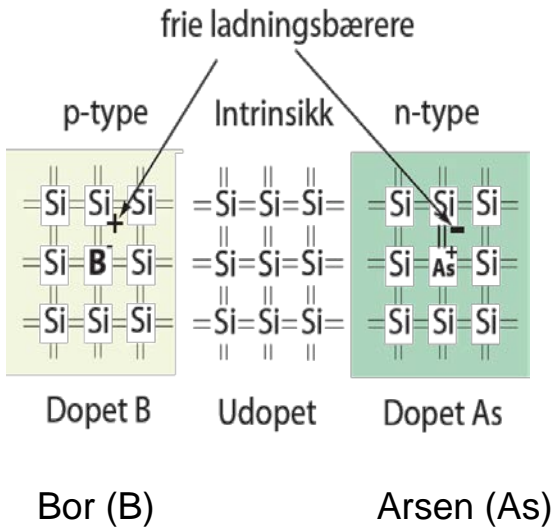


UiO : Universitetet i Oslo

INF3400 Del 2 Teori
Enkel elektrisk transistor modell og introduksjon
til CMOS prosess



Halvleder Silisum:

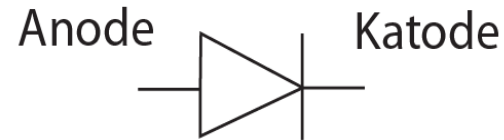
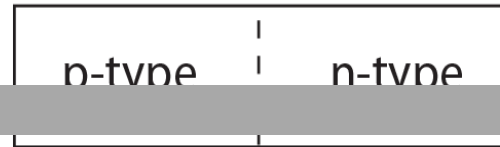
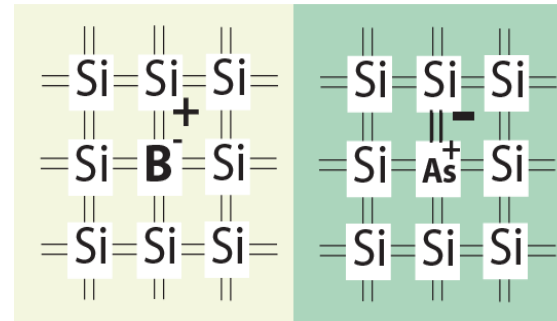


Dopet silisium (Si) (negativ) type

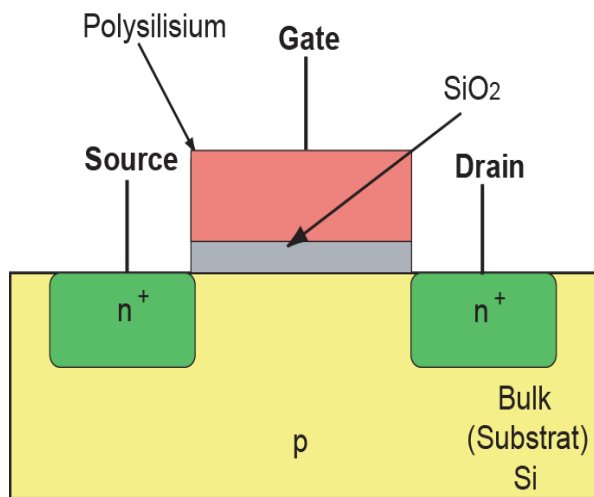
pn overgang:

p-type

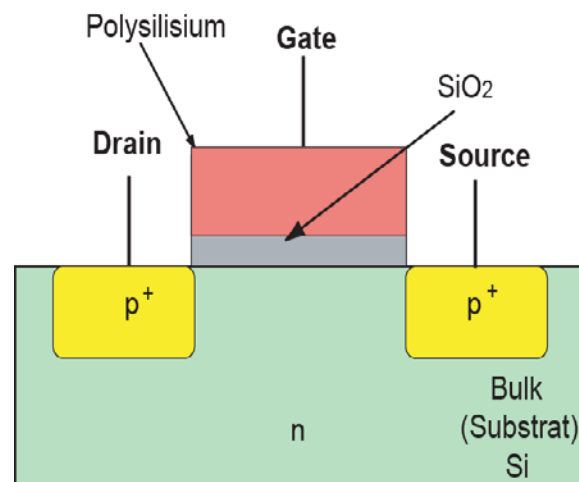
n-type



Transistor tverrsnitt:

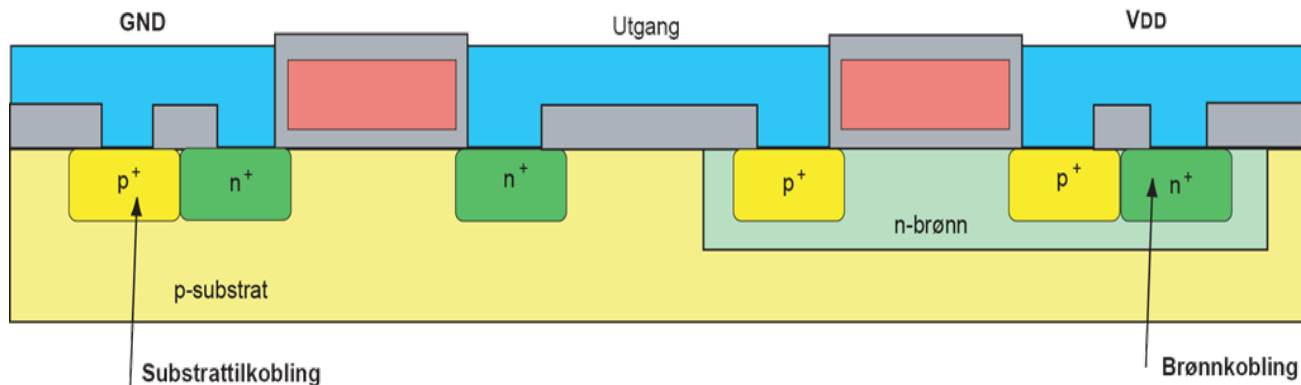
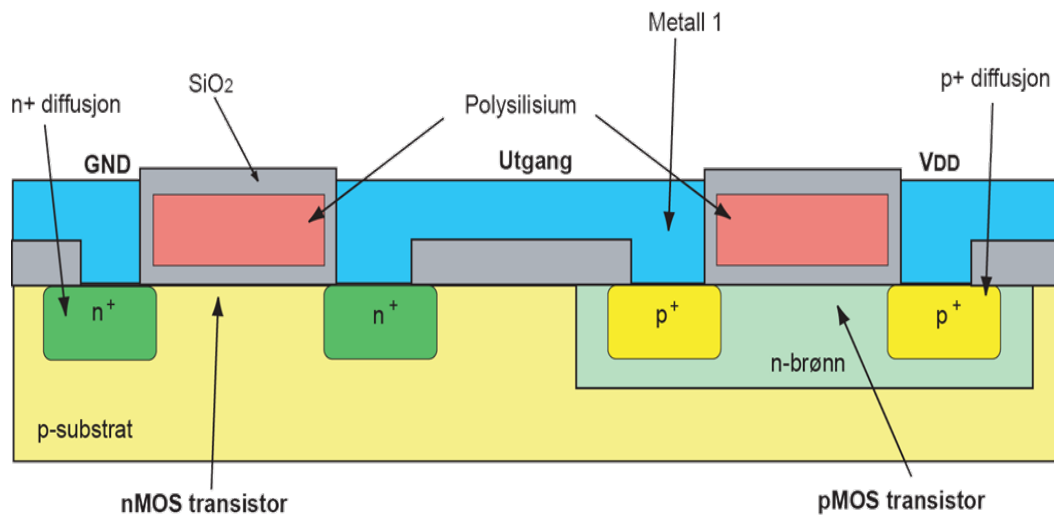
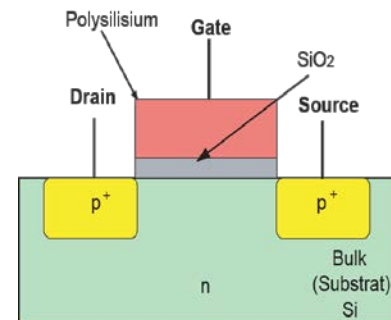
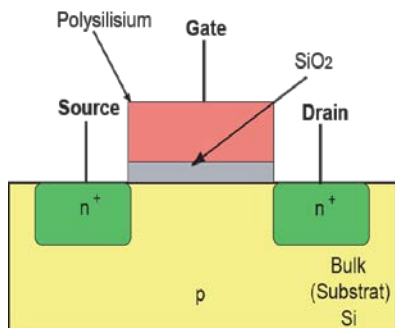


nMOS transistor

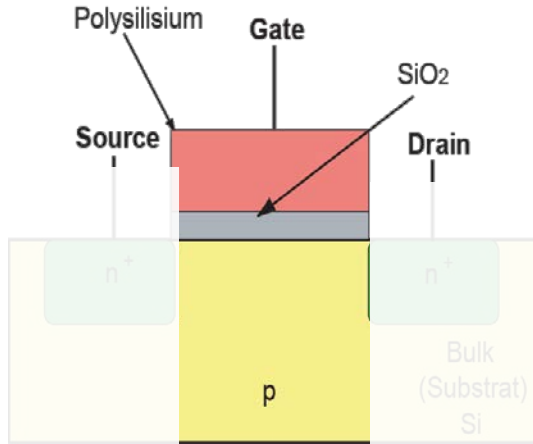


pMOS transistor

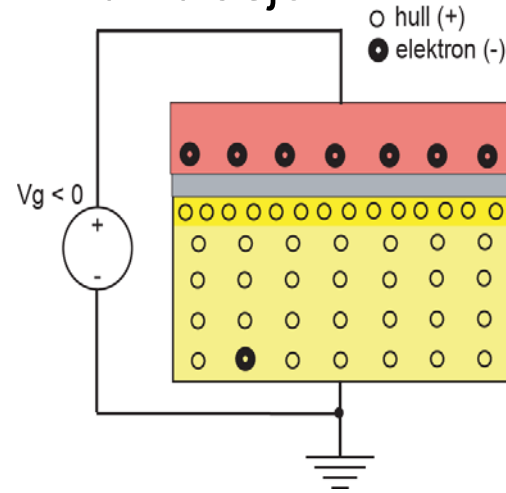
Tverrsnitt av CMOS inverter



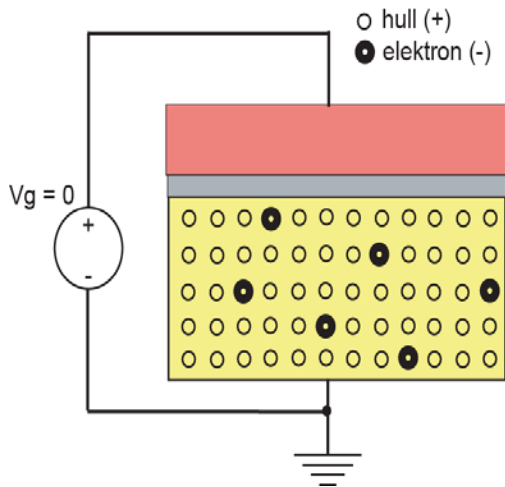
Akkumulasjon, deplesjon og inversjon



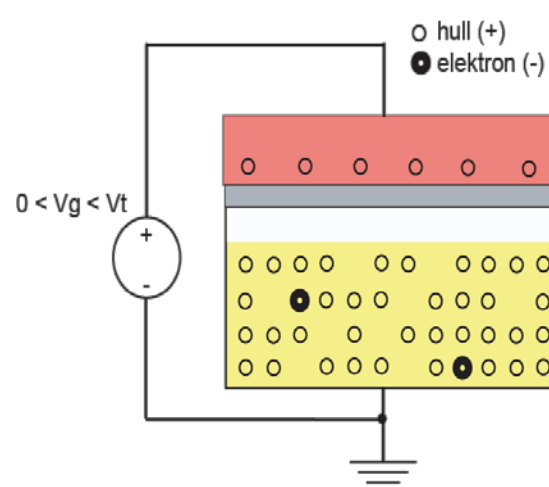
Akkumulasjon:



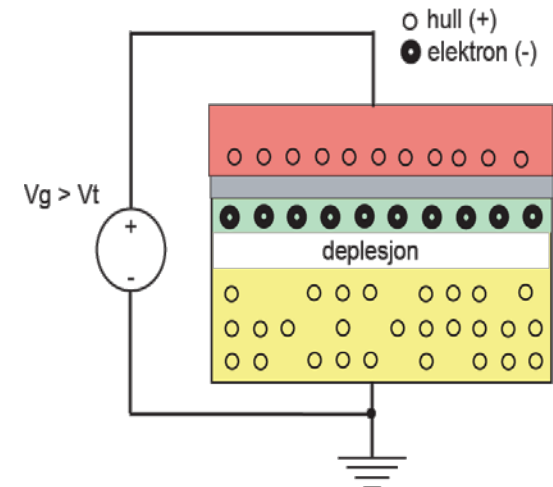
Av:



Deplesjon:

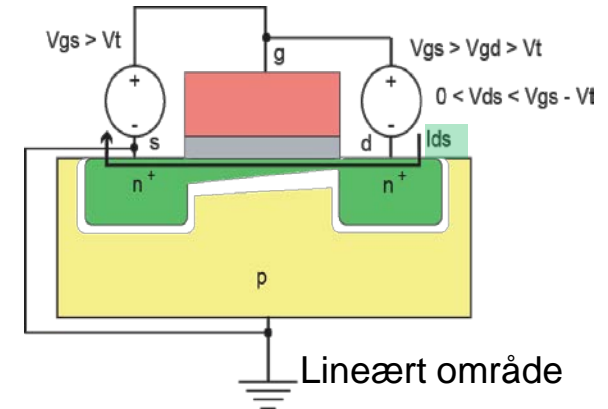
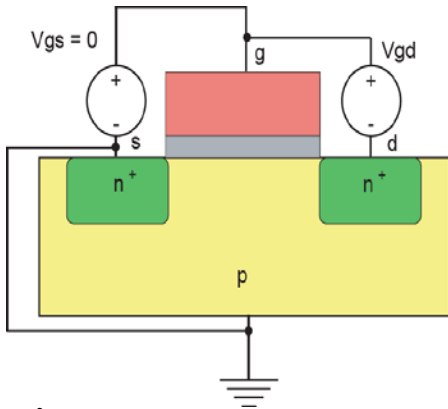


Inversjon:

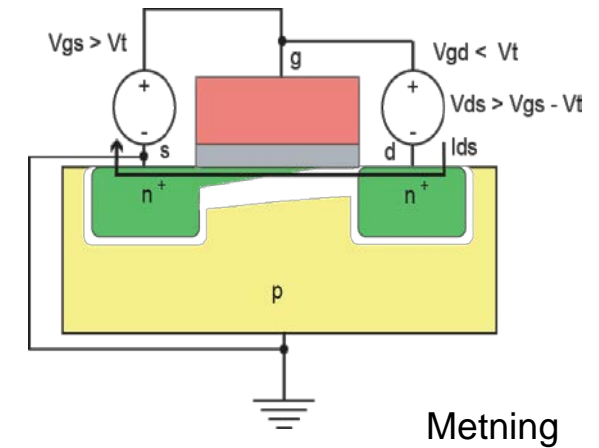
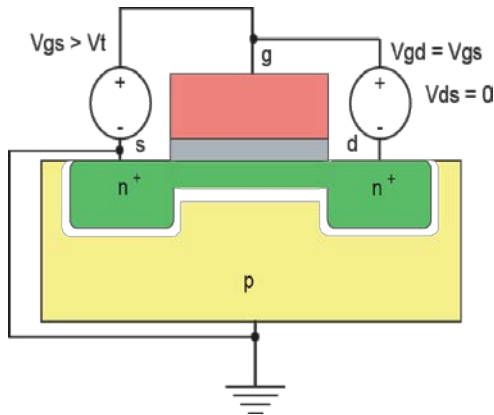


Enkel beskrivelse av MOS transistor

Av:



På:

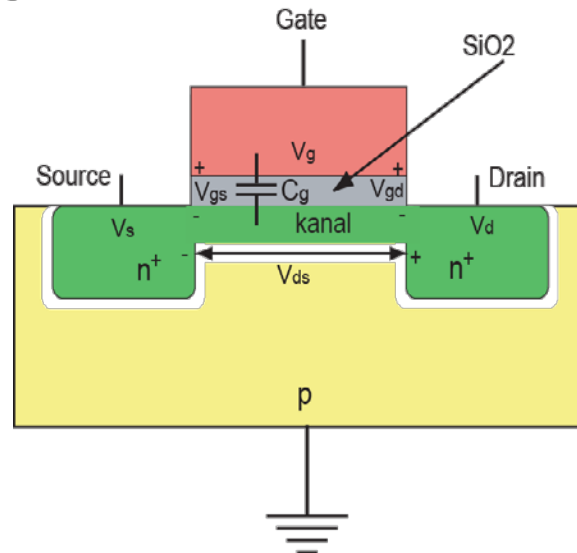


Lineært område

Metning

Enkel MOS transistor modell

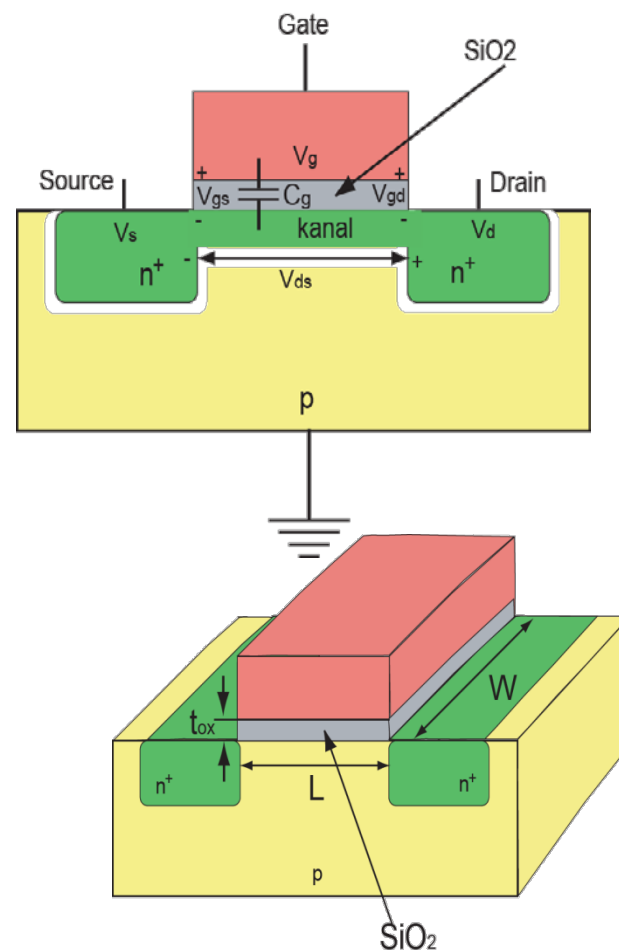
- 1. AV (cut off):** $V_{gs} < V_t$, som betyr at gate source spenningen ikke er tilstrekkelig til at det blir dannet kanal. $I_{ds} = 0$.
- 2. PÅ, lineært område:** $V_{gs} > V_t$ og $0 < V_{ds} < V_{gs} - V_t$, som betyr at det er dannet kanal som strekker seg fra drain til source. Transistoren er i det **lineære området**.
- 3. PÅ, metning:** $V_{gs} > V_t$ og $V_{ds} > V_{gs} - V_t$, som betyr at det er dannet kanal på source siden, men ikke på drain siden. Transistoren er i **metning**.



Enkel transistor modell:

Ved kanal, vil gjennomsnittlig spenning over gate kapasitansen være:

Gate kapasitansen er avhengig av arealet (kanalen), tykkelsen på det isolerende laget t_{ox} og permitiviteten til det isolerende laget:



Gjennomsnittelig hastighet v til ladningsbærere i kanalen vil bli bestemt av det elektriske feltet E over kanalen og ladningsbærernes mobilitet μ :

Det elektriske feltet er avhengig av spenningen over kanalen V_{ds} og kanalens lengde L :

Tiden det tar for en ladningsbærer å krysse kanalen er gitt av kanalens lengde og ladningsbærernes hastighet:

Strøm mellom drain og source kan uttrykkes som den totale mengde ladning i kanalen dividert på tiden som behøves for å krysse kanalen:

I det lineære området kan vi modellere strømmen tilsvarende en **motstand**:

Dette gir modell for motstand:

Vi ser først på **konduktans**:

Som kan forenkles til:

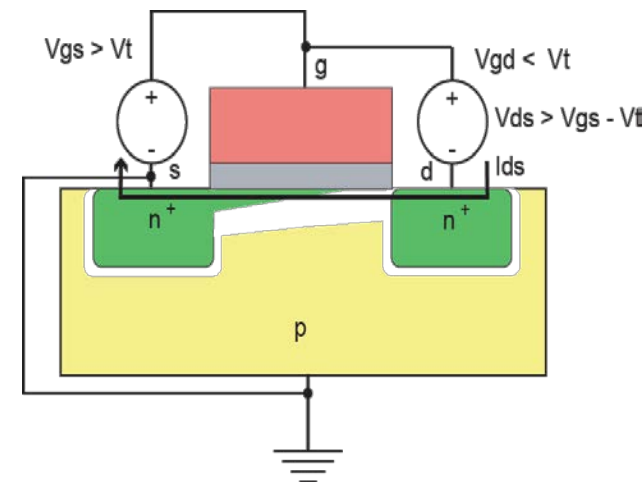
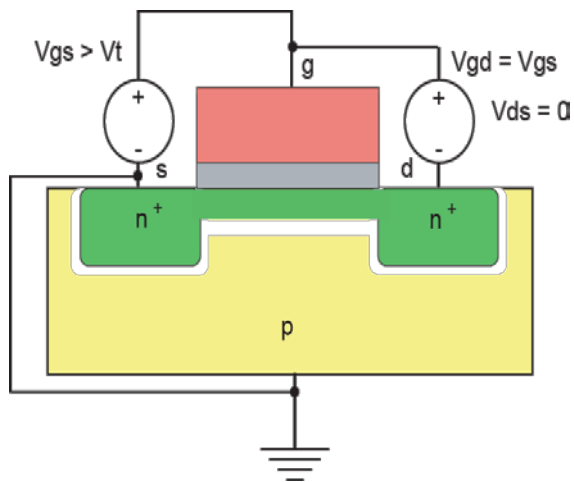
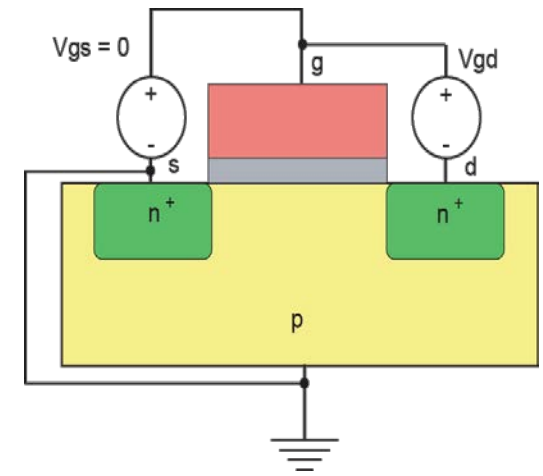
$$R_{ds} = \left(\beta (V_{gs} - V_t) \right)^{-1}$$

I **metning** vil spenningen over kanalen være begrenset til den spenningen som er tilstrekkelig for å danne kanal på drain siden:

Vi setter inn for V_{gc} og $V_{ds} = V_{dsat}$ i transistor modellen:

Vi kan finne gjennomsnittelig spenningen over kapasitansen i metning ved å erstatte V_{ds} med V_{dsat} .

Transistormodellen:

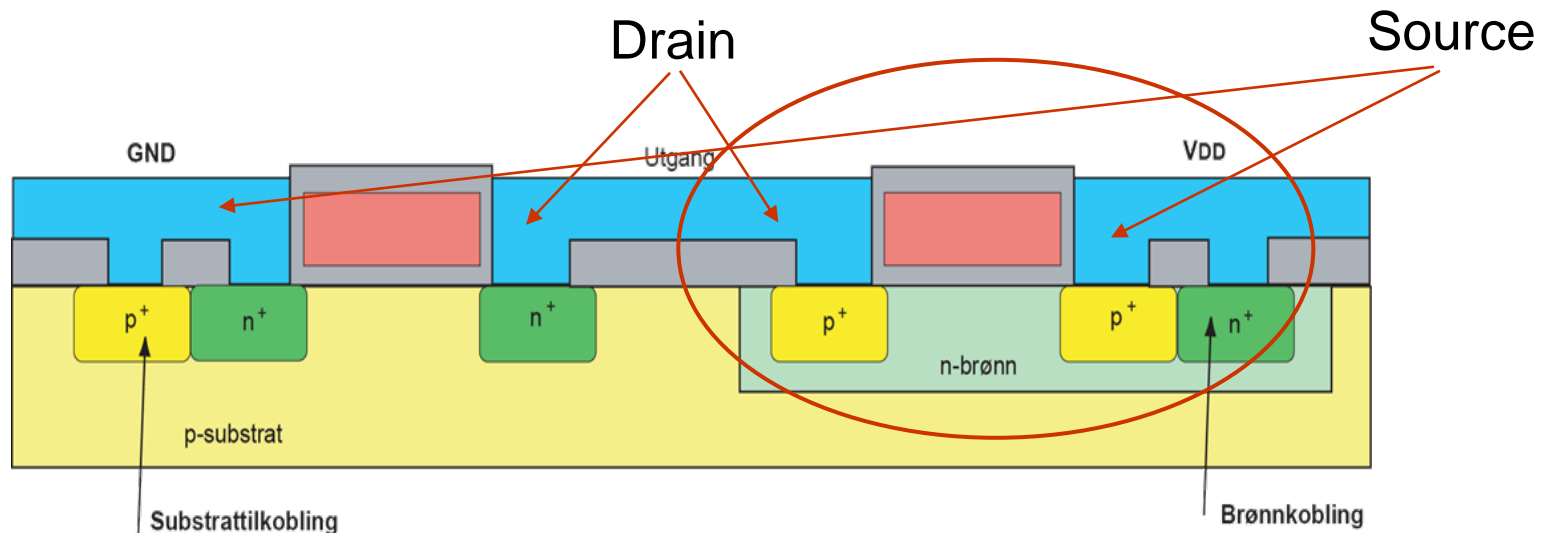


pMOS transistormodell:

$$I_{sd} = 0 \quad \text{AV} \quad V_{sg} < |V_{tp}|$$

$$I_{sd} = \beta_p \left(V_{sg} - |V_{tp}| - \frac{V_{sd}}{2} \right) V_{sd} \quad \text{PÅ, lineær} \quad V_{sg} > |V_{tp}|, \quad 0 < V_{sd} < V_{sg} - |V_{tp}|$$

$$I_{sd} = \frac{\beta_p}{2} (V_{sg} - |V_{tp}|)^2 \quad \text{PÅ, metning} \quad V_{sg} > |V_{tp}|, \quad V_{sd} > V_{sg} - |V_{tp}|$$



I-V karakteristikk

