



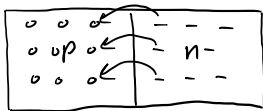
Forelesning i Fysikk 12. Transistorer, logiske kretser.

Hans Jakob Rivertz

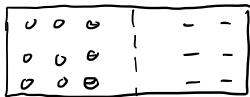
IDI-avdeling-kalvskinnet

2. april 2019

Dioder $a \rightarrow \text{Diode} \rightarrow b$



Kinetisk energi etc.



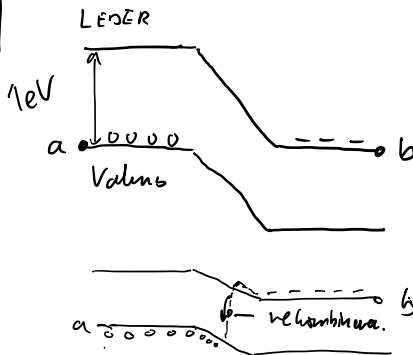
potensialet : a plus

\Rightarrow

energinivået minskar.

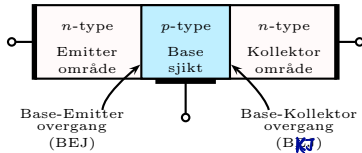
$$\text{energi}_a = -e \cdot V_a$$

• Si • ? :
• B

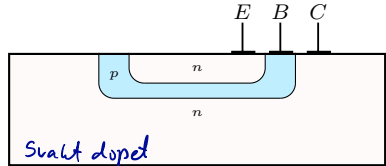


NPN-Transistor

Forenklet struktur



Implementering på chip



Obs!

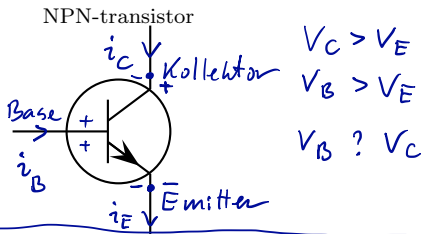
To dioder satt sammen blir ingen transistor. Basen må være et **tynt** sjikt.



Enheten er **IKKE** symmetrisk

- "Tynn" basesjikt (mellom E & C)
- Sterkt dopet emitter
- Kollektor med stort område

Fire parametre karakteriserer en bipolar transistor



V_{BE} typisk driftspænding $\approx 0.7V$ } To uanvendelige
 $V_{CE} = V_C - V_E$

$$V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$$

Kirchhoffs 1 lov.

$$i_E = i_B + i_C$$

4 parametre

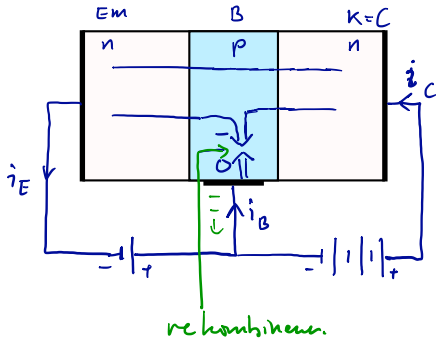
$$V_{BE}, V_{CE}, i_B, i_C$$

$$\text{Funktion } i_B = f(V_{BE}) \leftarrow$$

$$i_C = g(i_B, V_{CE})$$

BASE-Emitter
 \propto diode.

BJT aktiv modus



$$i_C = \beta \cdot i_B \quad \beta \approx 100$$

Ettersom Emmitter er sterkt dopet, diffunderer et stort antall elektroner seg i basen (bare en liten brøkdel kombineres med hull)

som går fra Emmitter
Antall elektroner som går i basen avhenger av v_{BE} som e^{v_{BE}/V_T} . (Diode)

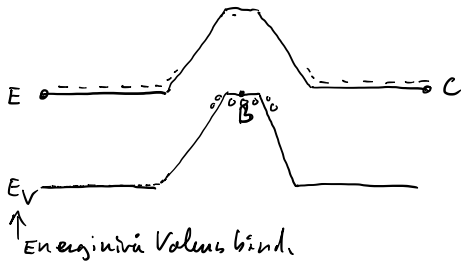
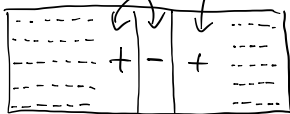
Siden basen er "tynn", kommer elektronene fra emitter nær uttømmingsområdet for BC-overgangen og blir feid inn i kollektoren hvis $v_{CB} \geq 0$ ($v_{BC} \leq 0$: BC-overgangen er omvendt biased!)

$$i_C = I_S e^{v_{BE}/V_T} \leftarrow T = \text{Temperature}$$

Basestrøm er også proporsjonal med e^{v_{BE}/V_T} og derfor $i_B = i_C/\beta$.

negative ions.

positive ions



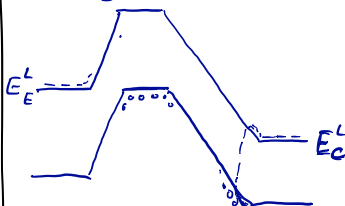
$$V_{CE} > 0 \quad V_C > V_E$$

Ledebånd:

$$E_E^L = -eV_E \quad E_C^L = -eV_C$$

↑
elektrostatisk.

$$V_E = V_B$$



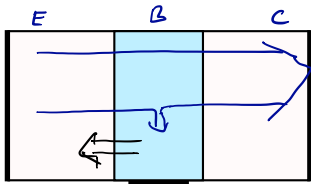
øker V_B Valens energi til Base.

$$E^V = -eV_B \quad \text{sugdnn.}$$



Mettet modus

Base høyere spenning enn kollektor.



$V_{BC} \geq 0$ Forover biased
BC.

Typisk verdi for metning $V_{CE} \approx 0,2 V.$

$$i_C < \beta i_B$$

Likt som i aktiv mode: Et stort antall elektroner strømmer inn i basen.

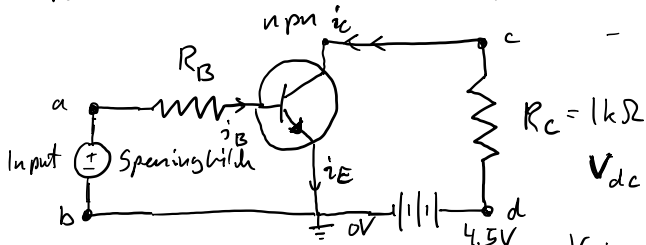
$v_{BC} \geq 0$: (BC-overgangen er forover biased!)

$$i_C = I_S e^{v_{BE}/V_T}$$

Kollektor-Emitter spenning ligger mellom 0.10V og 0.30V. Strøm avhengig av motstander i ytre krets.

e^{v_{BE}/V_T} og derfor $i_B = i_C/\beta$ gjelder ikke nødvendigvis lenger.

Knuts transistor som forsterker



Aktiv tilstand.

$$i_C = \beta i_B \quad \beta = 100$$

$$V_{BE} \approx 0.6V$$

maks strøm 20mA
på basen.

$$i_B = \frac{I_{se} V_{BE}/V_T}{\beta}$$

$$V_{dc} = R_C \cdot i_C$$

$$V_{ab} = 2.0V + V_{in}$$

$$|V_{in}| \ll V_{ab}$$

$$V_{ab} = R_B \cdot i_B + V_{BE}$$

$$2.0V - 0.60V = R_B \cdot 2.0mA$$

$$R_B = \frac{1.4V}{2.0mA} = \underline{\underline{700\Omega}}$$































