

# Transistorforsterker

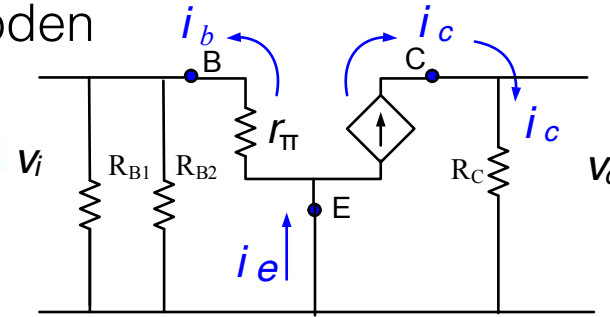
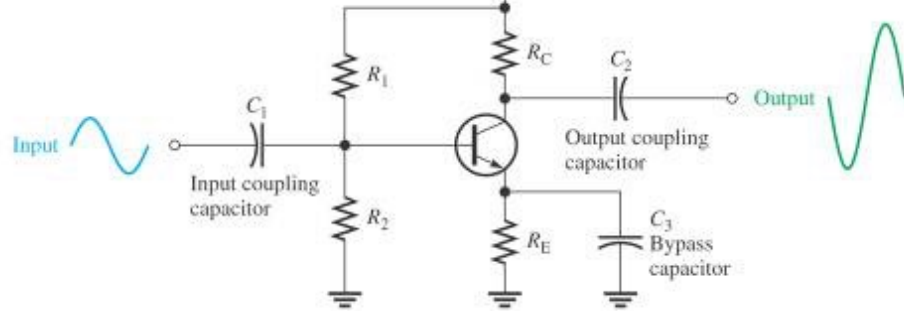
## Oppsummering

Spenningsforsterker – klasse A

Med avkoplet emitter – og uten

Forsterkeren inverterer signalet – faseskift 180°

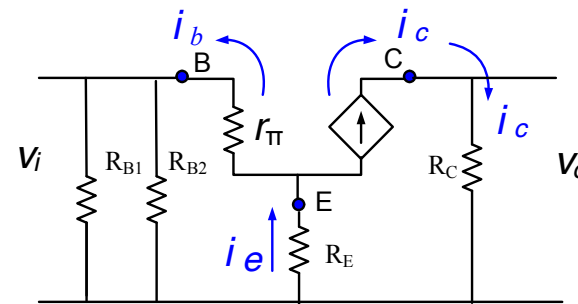
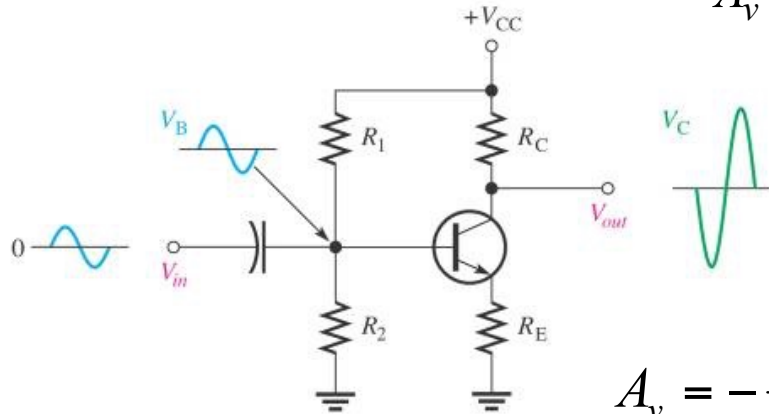
Transistoren er aktiv i hele signalperioden



$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m}$$

$$A_v = -g_m \cdot R_C \quad \text{ev.} \quad A_v = -g_m \cdot (R_C \parallel R_L)$$



$$A_v = -\frac{R_C}{R_E}$$

Signalkilden ser inn mot en motstand

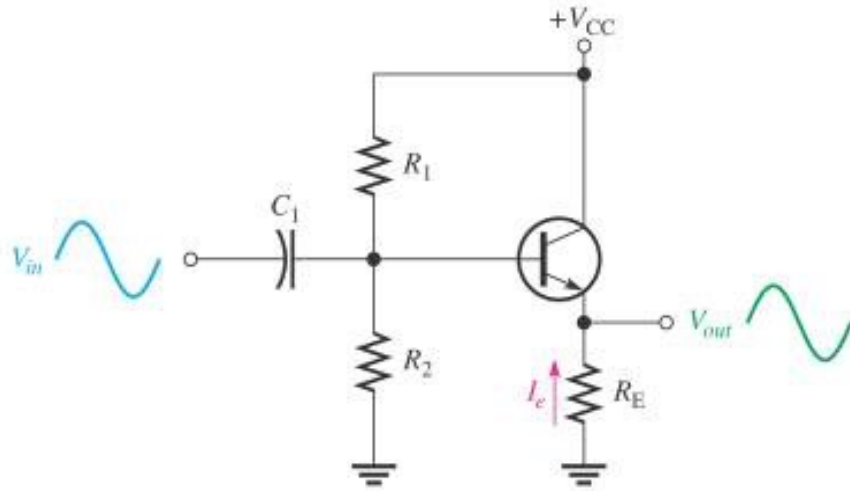
$$R = R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel r_{inn} \quad \text{hvor}$$

$$r_{inn} = r_{\pi} + (\beta + 1)R_E$$

# Transistorforsterker

## Oppsummering

Emitterfølger - ingen invertering – ingen spenningsforsterkning  
– men stor effektforsterkning - impedanstransformator



*Strømførsterkning*

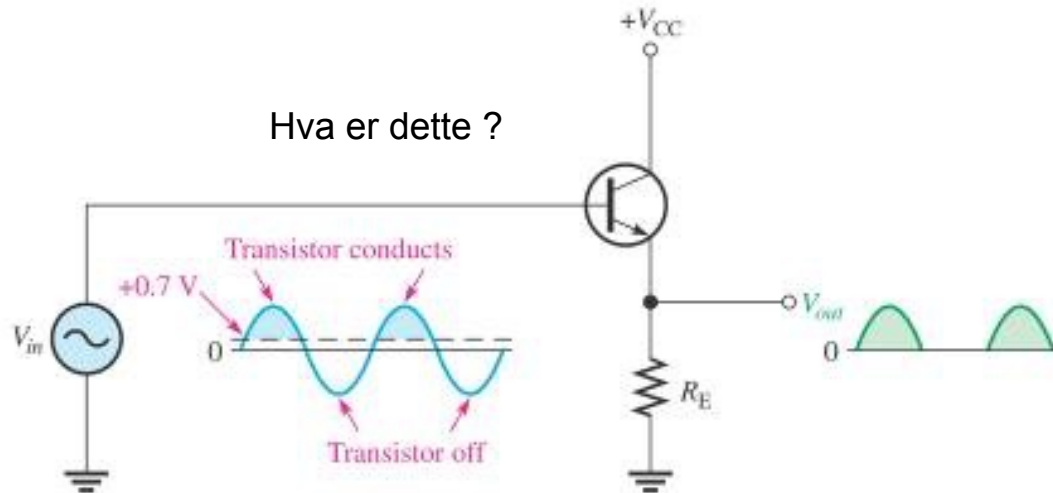
$$A_i = \frac{i_e}{i_b} = \frac{i_b(\beta + 1)}{i_b} = \beta + 1$$

*Effektforsterkning*

$$A_P = A_V \cdot A_i \cong 0,99 \cdot (\beta + 1)$$

$$A_P \approx \beta$$

Hva er dette ?



Ingen lastmotstand på kollektor –  
"Felles kollektor"

Forsterker som virker på bare en halvperiode  
= klasse B forsterker (?)

# Transistorforsterker

## Effektforsterkere

$$\text{Virkningsgrad } \eta = \frac{P_L (\text{Avgitt signaleffekt til lasten})}{P_{CC} (\text{tilført effekt fra power})}$$

### Klassifisering av forsterkere

- i. Lavfrekvensforsterkere – høyfrekvensforsterkere
- ii. Avstemte forsterkere – uavstemte forsterkere
- iii. Smalbåndforsterkere – bredbåndforsterkere

### Småsignalforsterkere

- ofte betegnelse på rene spenningsforsterkere

### Effektforsterkere

- omfatter 4 grupper forsterkere

Effektforsterkere inndeles etter hvordan transistorens arbeidspunkt er plassert

Klasse A - klasse AB

Klasse B

Klasse C

Klasse D

# Transistorforsterker

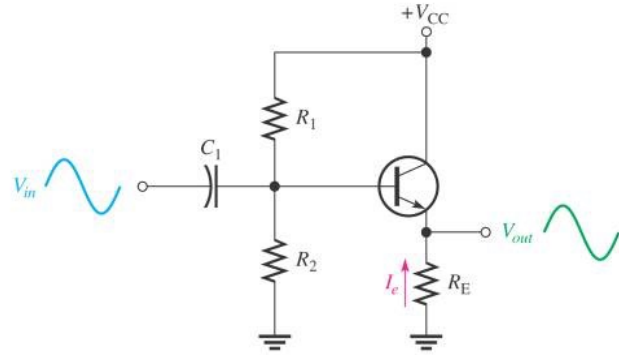
## Effektforsterkere

- A : Arbeidspunktet ligger midt i det aktive området. Kollektorstrømmen følger variasjonene i inngangssignalet gjennom hele perioden.  
Lav virkningsgrad
- B : Arbeidspunktet ligger på grensen mellom det aktive området og "cut-off". Signalkomponenten i kollektorstrømmen gjengir bare annenhver halvperiode av inngangssignalet. Høy virkningsgrad
- C : Signalkomponenten i kollektorstrømmen gjengir bare en del av annenhver halvperiode av inngangssignalet. Brukes i avstemte effektforsterkere. Høy virkningsgrad
- D : En «switching amplifier» eller en Pulse With Modulation – (PWM) - forsterker

# Transistorforsterker

## Effektforsterkere

### Effektforsterker Klasse A (emitterfølger)

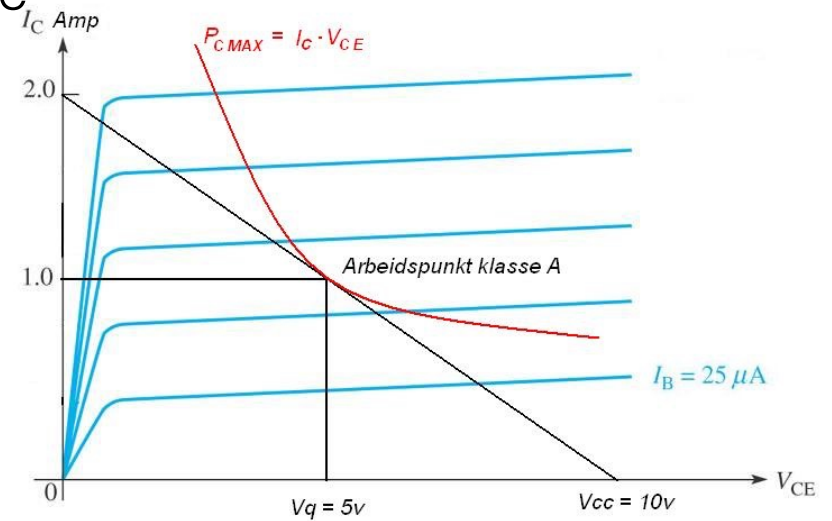


#### Kretsanalyse

$$R_E = 5\Omega$$

$$V_{CC} = 10\text{ v}$$

$$I_{C\text{ MAX}} = 2\text{ A}$$



Transistoren tåler 5 watt avgitt varme ( $P_{C\text{ MAX}} = 5\text{w}$ ). Kurven for et max. kollektortap på 5w er inntegnet (rødt). Vi legger arbeidspunktet så nær denne kurven som mulig. Dvs. dette punktet gir størst kollektortap – **effekt tapet er størst når forsterkeren ikke er tilført signal !**

Uten signal vil total avgitt effekt være  $P_T = 10\text{W(DC)}$ . Dette fordeler seg med 5w på transistoren og 5w på lastmotstanden  $R_E$ .

Vi får maksimal signaleffekt til lasten når utgangen styres mellom "cut off" og metning. Dvs. signalspenning på  $10V_{pp}$  over lasten  $R_E$ . (Signalspenning  $10V_{pp} = 3,5\text{ Vrms}$ )

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} = \frac{5}{1,4} = 3,535$$

**Paradoks – transistoren er kaldest når avlevert signaleffekt til lasten er størst.**

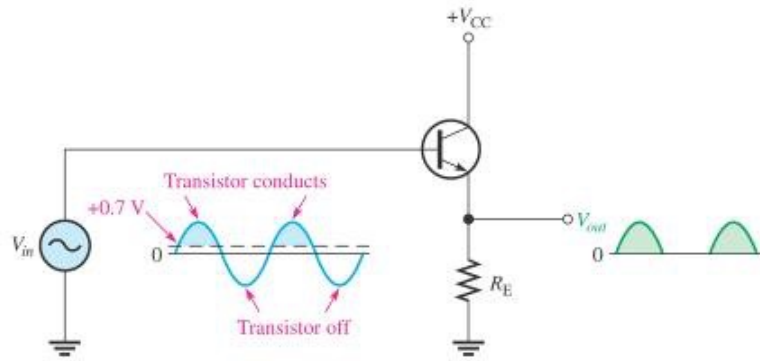
$$\text{Effekt til lasten } P_L = \frac{(V_{RE\text{ rms}})^2}{R_E} = \frac{\left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2}{R_E} = 2,5\text{ watt}$$

$$\text{Virkningsgrad } \eta = \frac{P_L}{P_{Total}} = \frac{2,5\text{w}}{10\text{w}} = 0,25$$

Klasse A forsterker - max virkningsgrad  $\eta = 25\%$

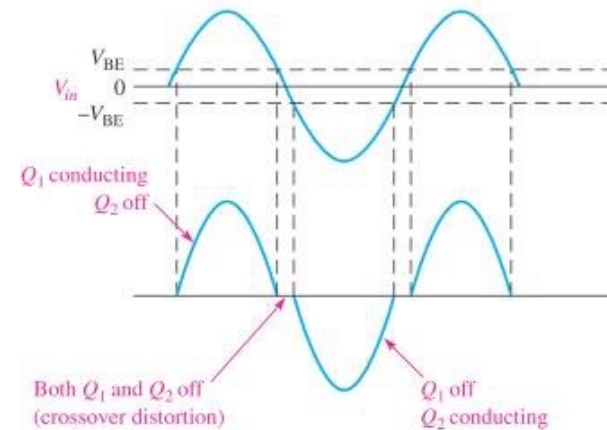
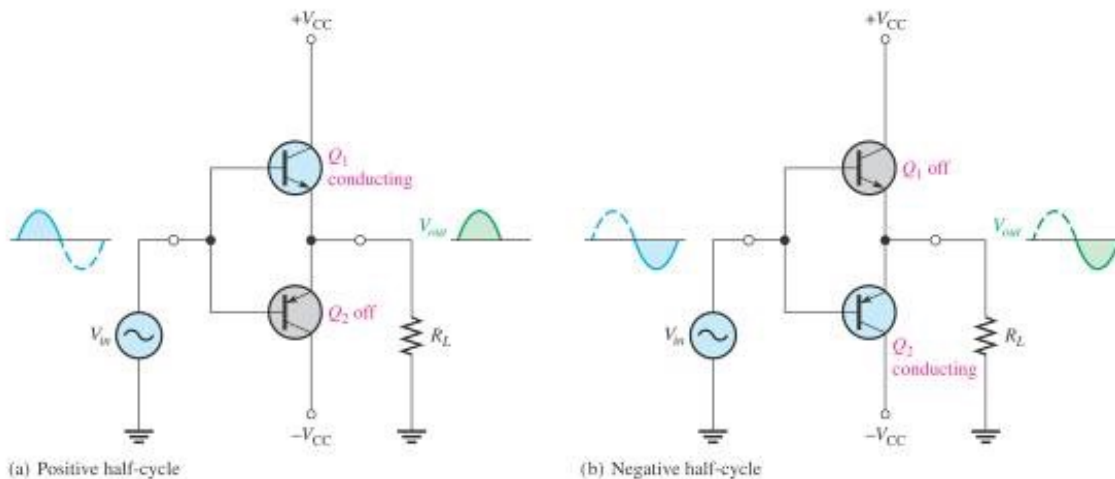
# Transistorforsterker

## Effektforsterkere klasse B



Emitterfølger gir effektforsterkning  
Forsterker som bare virker på en halvperiode = klasse B forsterker

”Push-Pull” – Klasse B forsterkere – bruker både npn - og pnp – transistorer  
Uten signal er begge transistorene ”cut off”

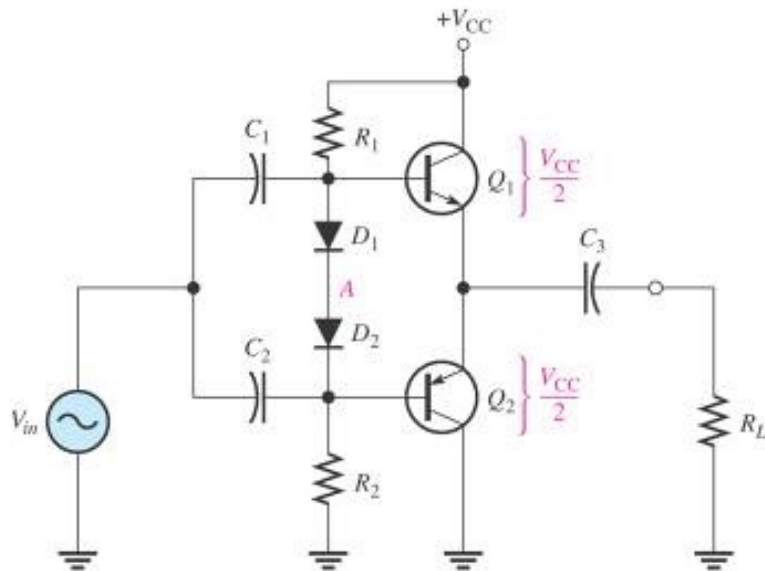


Forsterkeren har ”Cross over distrortion” – transistorene er ”cut off” en kort periode ved hver ”0”- gjennomgang. Base – Emitter-dioden må overstige 0,7 volt før transistoren leder .. Dette forårsaker ”forvrengning” av signalet.

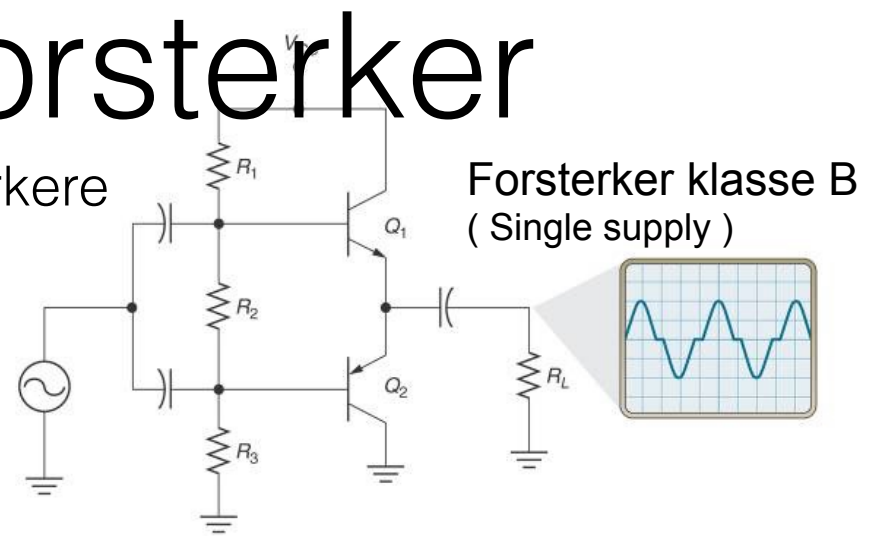
# Transistorforsterker

## Effektforsterker klasse AB

– ingen "cross over"- forvrengning



## Effektforsterkere



## Forsterker klasse B ( Single supply )

## Forsterker klasse AB

Vha. 2 dioder "forspennes" de to basene på transistorene  $Q_1$  og  $Q_2$  slik at de leder litt strøm - uten signal inn.

Dvs. hele signalperioden forsterkes – Transistorene er ikke "cut off" når signalet nærmer seg "0". Den største spenningen vi kan få over  $R_L = \frac{1}{2} V_{CC}$ .

Den største strømmen vi kan få igjennom lastmotstanden  $R_L$  -  $I_L = \frac{V_{CC}}{2 R_L}$

$$\text{Effekten } P_{L_{\max}} = R_L \cdot I_{rms}^2 \rightarrow P_L = \frac{V_{CC}^2}{8R_L} \quad \underline{\text{Eksempel } V_{CC} = 15 \text{ volt } R_L = 10\Omega \quad P_{L_{\max}} = 2,8 \text{ watt}}$$

Klasse AB forsterker - max virkningsgrad  $\eta = 75 - 78 \%$

# Transistorforsterker

## Effektforsterkere klasseD

Class D forsterkere finnes i flere utgaver– noen har digital inngang andre analog. Vi ser nå på analog signalinngang.

