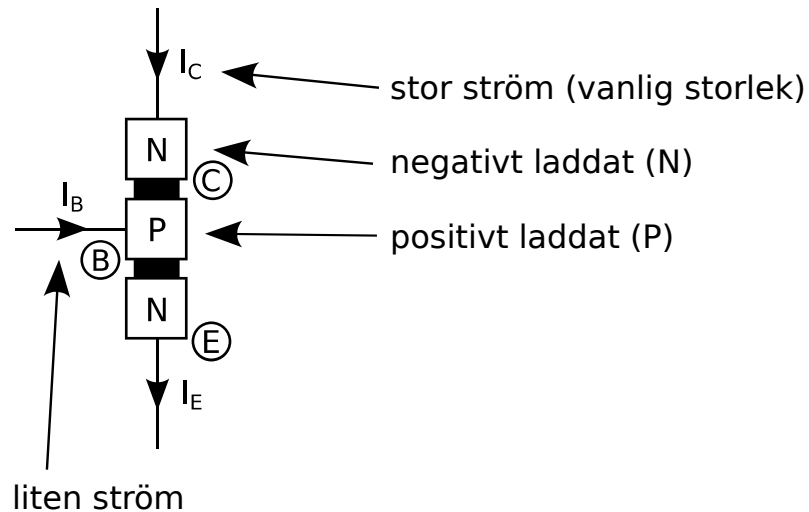


# 2011-(04)apr-08: dag 8

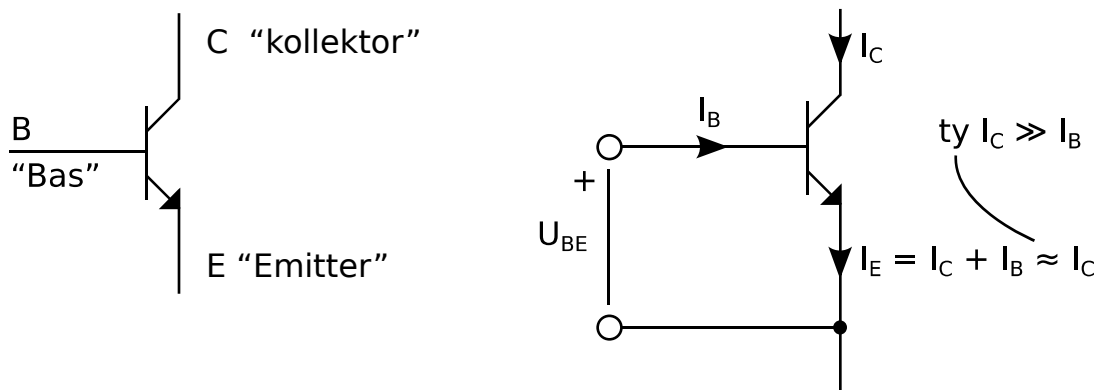
## Transistorer ("strömbrytare")

### NPN-transistor



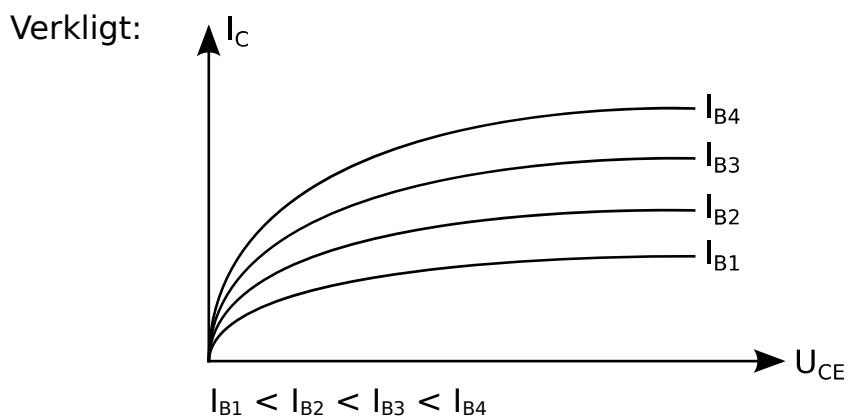
Med en liten ström,  $I_B$ , tillåts en stor ström,  $I_C$ , genom transistorn.

### Modell



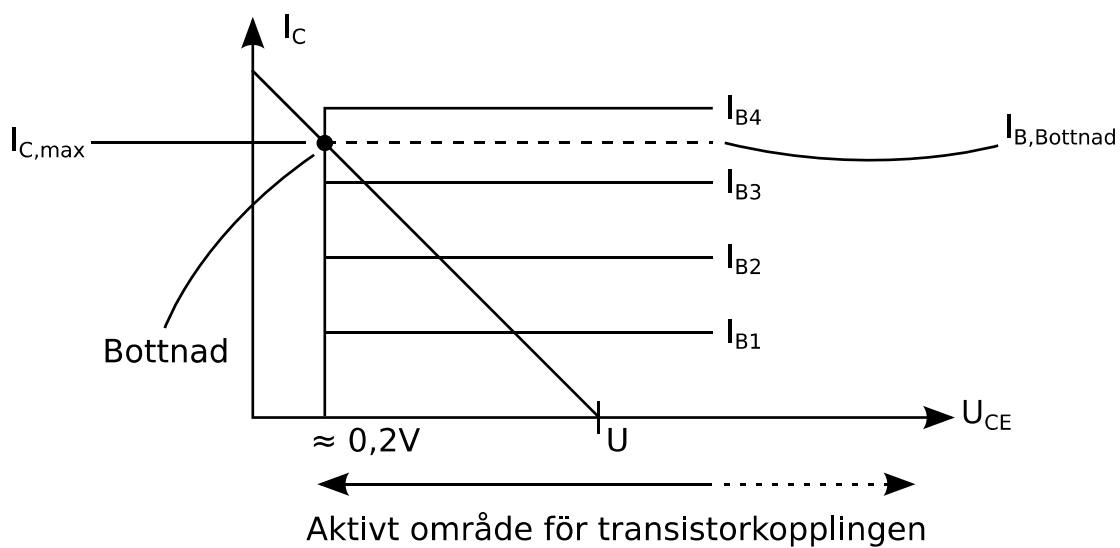
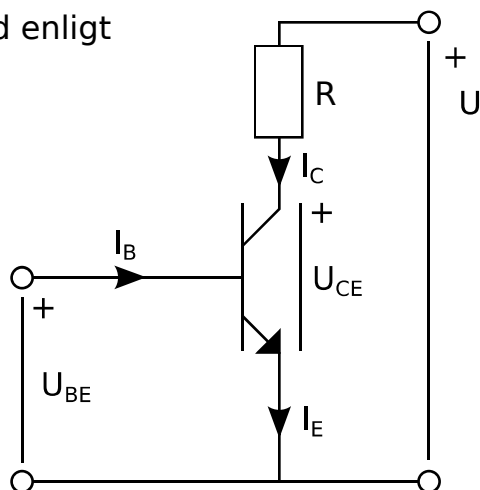
Typvärde:  $U_{BE} \approx 0,7V$  — Kollektorspänning  
 $U_{CE} \approx 0,2V$  — Bas-Emitter-spänning

## Transistordiagram (även kallat kollektordiagram)



## Ideal transistor (räknetransistor):

Kopplad enligt

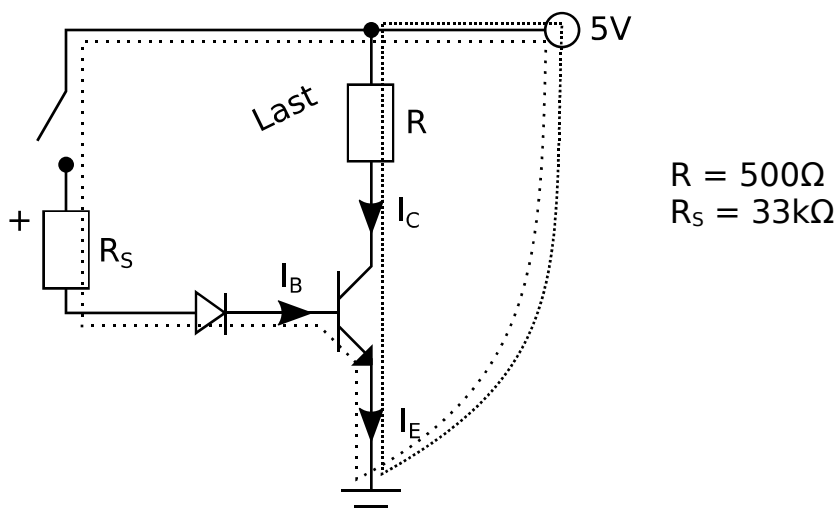


$I_C = h_{FE} \cdot I_B$   
(gäller för aktivt område)

$h_{FE}$  — Strömförstärkning, en konstant  
som är individuell för transistorn.

∴ Ju större  $I_B$ , ju större  $I_C$ , upp till att  $I_{C,max}$  nåts.

[U3.49]



Undersök ifall transistor med  $h_{FE} \geq 75$  genererar en tillfredsställande krets.  
(Det vill säga; ger  $I_B$ ,  $I_{C,max}$  med  $h_{FE} = 75$  annars inte säkert bottenad.)

Kirchhoffs spänningslag:      .....       $5V - I_B \cdot R_S - 0,7V - 0,7V = 0 \quad \Rightarrow$

diod
transistor

$$\Rightarrow I_B = \frac{(5 - 0,7 - 0,7)V}{33000\Omega} = 0,1 \text{ mA}$$

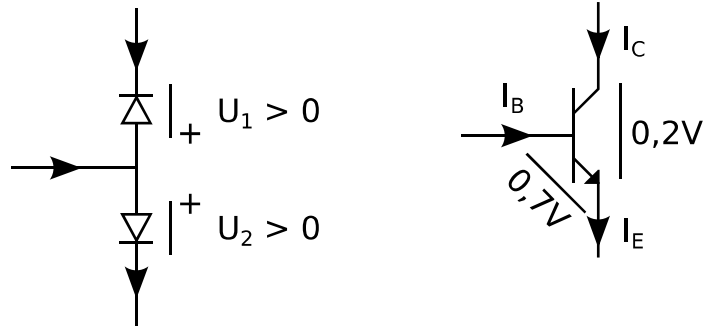
.....       $5V - R \cdot I_C - 0,2V = 0 \quad \Rightarrow$

transistor

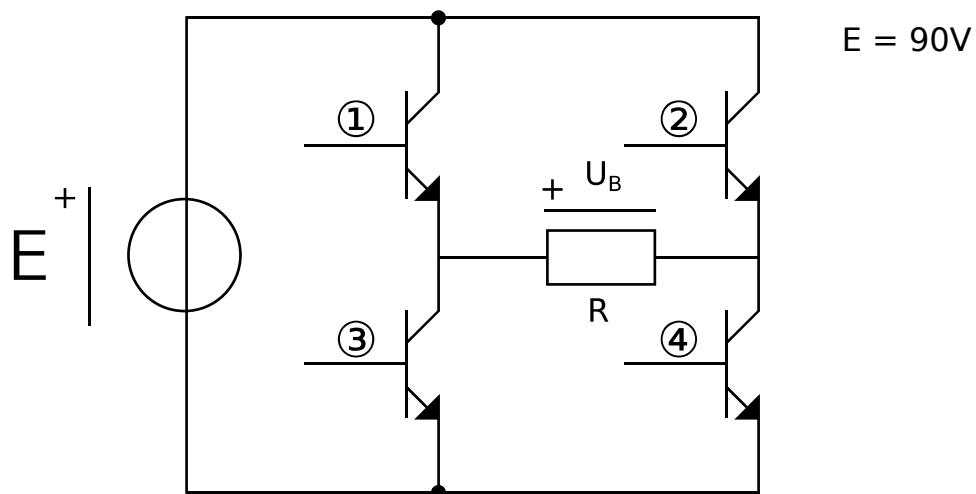
$$\Rightarrow I_C = \frac{5V - 0,2V}{500\Omega} = 9,6 \text{ mA}$$

Borde fått  $I_C = h_{FE} \cdot I_B = \{I_B = 0,1 \text{ mA}\} = 7,5 \text{ mA}$ .

$\therefore$  Kretsen är inte tillfredsställande, skulle behövt  $h_{FE} \geq 96$ .

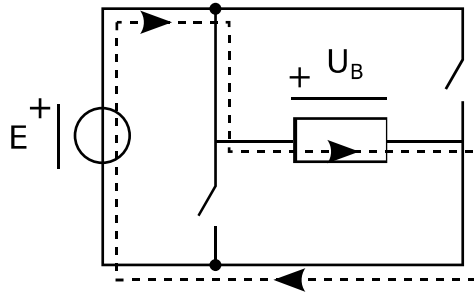


[U3.56]



- a) Sökt:  $U_B$  då 1) Transistorerna ① & ④ är bottnade medan ② & ③ är strypta.
- 2) Transistorerna ① & ④ är bottnad medan ② & ③ är strypta.

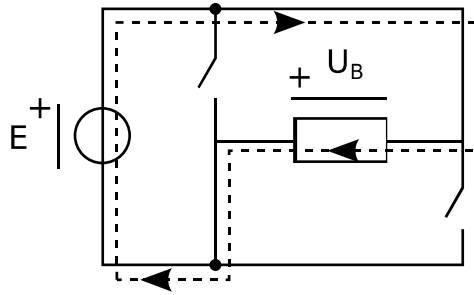
1)



Kirchhoffs spänningslag:

$$E - U_B = 0 \Rightarrow U_B = E = 90V$$

2)

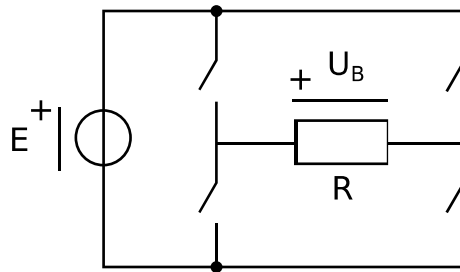


Kirchhoffs spänningslag:

$$E + U_B = 0 \Rightarrow U_B = -E = -90V$$

b)

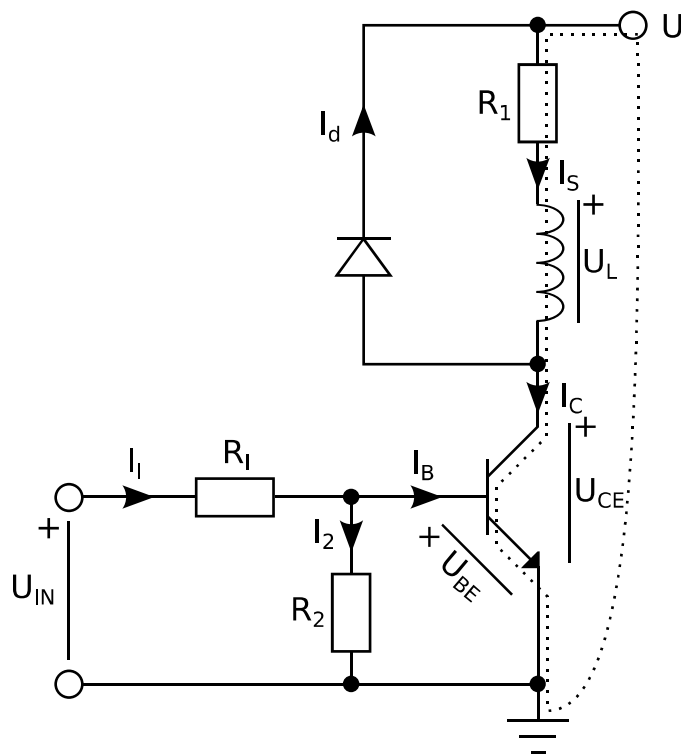
Samtliga strypta



Ingen kontakt, därmed ingen ström.

Så  $U_B = 0V$

[U3.59]



$$\begin{aligned} U &= 10\text{V} \\ R_1 &= 600\Omega \\ R_2 &= 5\text{k}\Omega \\ L &= 3\text{H} \quad (3\Omega\text{s}) \\ U_{BE} &= 0,7\text{V} \\ U_{CE} &= U_{CESAT} = 0,2\text{V} \\ U_{IN} &= 5\text{V} \end{aligned}$$

Som det brukar skrivas i datablad.

$$150 \leq h_{FE} \leq 350$$

Kirchhoffs spänningslag:

$$U - R_1 \cdot I_S - U_L - U_{CE} = 0$$

$$= 0, \text{ ty likström} \quad \left( U_L = L \cdot \frac{di}{dt} \right)$$

Kirchhoffs strömlag:

$$I_S = I_C + I_d = I_C \Rightarrow I_C = \frac{U - U_{CE}}{R_1} = 0,0163\text{A}$$

$$= 0, \text{ ty diod}$$

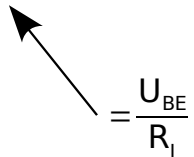
b) Sökt:  $I_B$  för transistor bottnad.

$$\text{Värsta fall: } h_{FE} = 150 \Rightarrow I_B = \frac{I_S}{h_{FE}} = 0,11\text{mA}$$

$$I_B \geq 0,11\text{mA}$$

b2) Sökt:  $R_1$  för att få önskad  $I_B = 0,11\text{mA}$ .

Kirchhoffs strömlag:

$$I_1 = I_2 + I_B$$

$$= \frac{U_{BE}}{R_1}$$

$$U_{IN} = I_1 \cdot R_1 + U_{BE} \Rightarrow R_1 = \frac{U_{IN} - U_{BE}}{I_1} = \frac{U_{IN} - U_{BE}}{\frac{U_{BE}}{R_2} + I_B} = 17200\Omega$$

c) Sökt: Förlusteffekt i transistoren

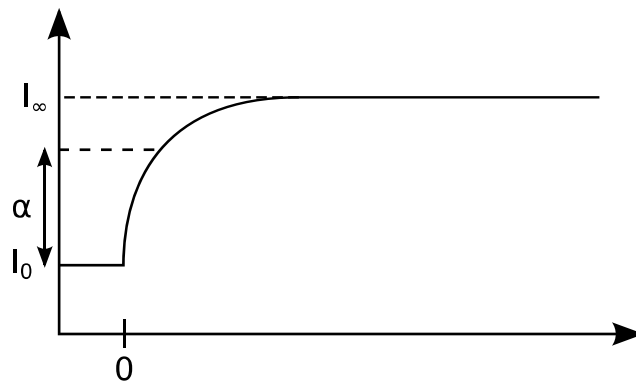
$$P_{\text{Förlust}} = I_B \cdot U_{BE} + I_C \cdot U_{CE} \approx \{I_B \cdot U_{BE} \ll I_C \cdot U_{CE}\} \approx I_C \cdot U_{CE} = 3,3\text{mW}$$

d) Sökt: Tid att bygga upp ström i spole om transistor går från strypt till bottnad.

(Härledning är onödig, lång och komplicerad.)

$$\text{Kretsens tidskonstant: } \tau = \frac{L}{R} = 5\text{ms}$$

(Tiden för att nå  $1 - e^{-1} \approx 0,63 = 63\%$  av slutvärdet minus startvärdet.)

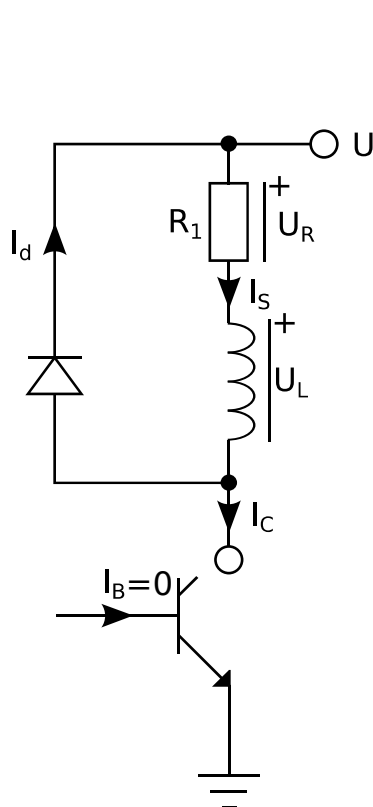


$$\alpha = 63\% \cdot (I_{\infty} - I_0)$$

Efter  $5\tau \Rightarrow 1 - e^{-5} = 99,3\% \Rightarrow \Rightarrow 5\text{ms}$

- e) Antar att transistor bottnad lång tid och sedan stryps.  
Vad är  $U_{CE}$  och vad händer med dioden?

OBS:  $U_L = L \cdot \frac{di}{dt}$



precis efter strypning

Vid  $t = 0^+ \Rightarrow I_S = 16,3\text{mA}$  (oförändrad)

$$U_R = R_1 \cdot I_S$$

$$U_R + U_L + U_d = 0 \Rightarrow \Rightarrow U_L = -U_R - U_d = -10,5\text{V}$$

$$U = U_R + U_L + U_{CE} \Rightarrow U_{CE} = U - U_R - U_L = 10,78\text{V}$$