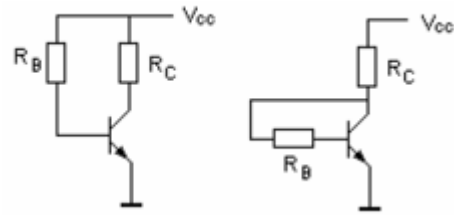


Série_2

TRANSISTOR BIPOLAIRE (Polarisation et Régime de commutation)

Exercice 1

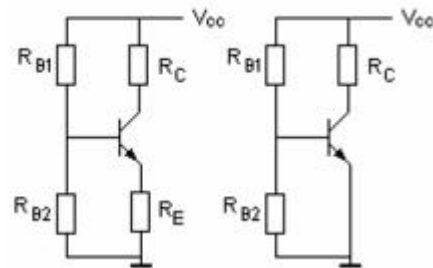
Calculer les résistances nécessaires à la polarisation d'un transistor NPN au silicium dans chacun des deux montages suivants. On donne $\beta = 100$, $V_{CC} = 10V$ et on désire que le point de repos soit fixé à $V_{CE0} = 5V$, $I_{C0} = 1mA$ et $V_{BE0} = 0.7V$.



Exercice 2

un transistor NPN au silicium est polarisé par pont de base selon les schémas ci-dessous. On donne $\beta = 100$, $V_{CC} = 10V$, $V_{CE0} = 5V$, $I_{C0} = 1mA$ et $V_{BE0} = 0.7V$.

- calculer les éléments de polarisation.
- Déterminer les droites d'attaque et de charge.



SOLUTION EXO 2

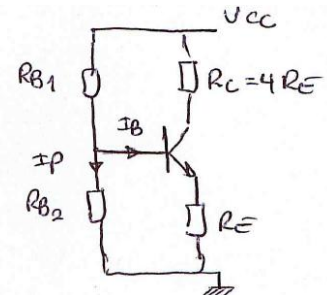
Exercice 2

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) I_B \approx \beta I_B$$

$$I_E = I_C = \beta I_B$$

$$V_{CC} = (R_C + R_E) I_C + V_{CE}$$



$$\Rightarrow V_{CC} = 5 R_E I_C + V_{CE}$$

$$\text{au point de repos, } R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE0}}{5 I_{C0}}$$

$$= \frac{V_{CC}}{5 \cdot 2 \cdot 1} = \frac{5}{5} k\Omega = 1 k\Omega$$

$$\Rightarrow R_C = 4 R_E = 4 k\Omega$$

$$I_P = 10 I_{B0} = 10 \frac{I_{C0}}{\beta} = 100 \mu A$$

$$\Rightarrow R_{B2} I_P - V_{BE0} - R_E I_{E0} = 0.$$

$$\Rightarrow R_{B2} = \frac{R_E I_{E0} + V_{BE0}}{10 I_{B0}} = \frac{\beta (R_E I_{C0} + V_{BE0})}{10 I_{C0}}$$

$$= \beta \left(\frac{R_E I_{C0} + V_{BE0}}{10 I_{C0}} \right) = 17.4 \text{ k}\Omega.$$

$$R_{B2} I_P + R_{B1} (I_P + I_{B0}) = V_{CC}$$

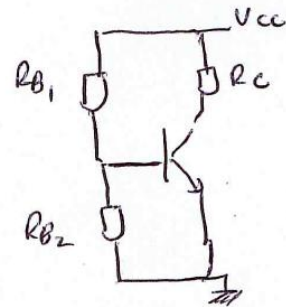
$$\Rightarrow R_{B1} = \frac{V_{CC} - R_{B2} I_P}{I_P + I_{B0}} = 75 \text{ k}\Omega$$

$$* V_{CE} + R_C I_{C0} = V_{CC}$$

$$\Rightarrow R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE0}}{I_{C0}} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$* I_P = 10 I_{B0} \cdot R_{B2} I_P - V_{BE0} = 0$$

$$\Rightarrow R_{B2} = \frac{V_{BE0}}{I_P} = \frac{0.7}{10 \cdot I_{C0}} \cdot \beta = 7 \text{ k}\Omega$$



$$R_{B1} (I_P + I_{B0}) + R_{B2} I_P = V_{CC}$$

$$\Rightarrow R_{B1} = \frac{V_{CC} - R_{B2} I_P}{I_P + I_{B0}} = 89.5 \text{ k}\Omega$$

droite de charge:

$$R_E I_E + V_{CE} + R_C I_C = V_{CC} \Rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E}$$

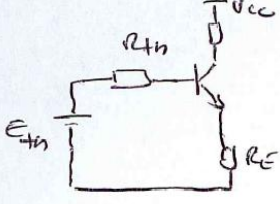
$$(I_E \approx I_C)$$

$$= \frac{10 - V_{CE}}{5 R_E} = \frac{10 - V_{CE}}{5}$$

$$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = 2 \text{ mA.}$$

$$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} = 10 \text{ V.}$$

droite d'attaque :



$$R_{th} = \frac{R_{B1} R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}, \quad E_{th} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{cc}$$

$$= 13,9 \text{ k}\Omega, \quad = 1,84 \text{ V.}$$

$$E_{th} - R_{th} I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$$

$$E_{th} - V_{BE} = R_{th} I_B + R_E \beta I_B \Rightarrow I_B = \frac{E_{th} - V_{BE}}{R_{th} + \beta R_E}$$

$$I_B = \frac{1,84 - V_{BE}}{13,9 + 100}$$

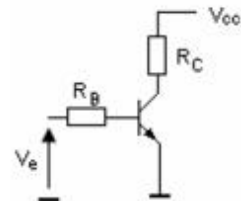
$$V_{BE} = 0 \Rightarrow I_B = 10,24 \mu\text{A}$$

$$I_B = 0 \Rightarrow V_{BE} = 1,84 \text{ V.}$$

Exercice 3

Le transistor dans le montage ci-contre travaille en régime de commutation.

- Déterminer le courant de saturation $I_{C_{sat}}$.
 - Quelle est la valeur de I_{B_s} nécessaire pour produire la saturation.
 - Quelle est la valeur minimale de V_e nécessaire pour produire la saturation.
- On donne $\beta = 150$, $V_{cc} = 5 \text{ V}$, $R_B = 1 \text{ M}\Omega$, $R_C = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{BE0} = 0,7 \text{ V}$.

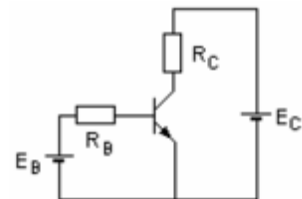


Exercice 4

Un transistor NPN au silicium est utilisé dans le montage ci-contre.

On donne $\beta = 120$, $E_C = 12 \text{ V}$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $R_B = 50 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1 \text{ k}\Omega$. La FEM E_B croît lentement de -5 V à $+15 \text{ V}$.

- Déterminer à partir de quelles valeurs de E_B le transistor cesse d'être bloqué, puis le transistor commence à être saturé.
- Construire les graphes $I_C = f(E_B)$ et $V_{CE} = f(E_B)$



SOLUTION EXO 4

$$* \quad I_B = \frac{E_B - V_{BE}}{R_B} \text{ n'existe que si } E_B > V_{BE} = 0,7V. \\ (\text{le courant } I_B \text{ doit \u00eatre positif})$$

\(\Rightarrow\) Transistor cesse d'\u00eatre bloqu\u00e9e ds'que $E_B = 0,7V$.

* le transistor commun \u00e0 \u00eatre satur\u00e9 lorsque

$$I_B = I_{BS} = \frac{I_{Cset}}{\beta}.$$

$$I_{Cset} = \frac{E_C}{R_C} \quad (\text{d'apr\u00e8s la droite de charge si } V_{CE} = 0) \\ = \frac{12}{1} = 12 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_{BS} = \frac{12}{120} = 0,1 \text{ mA}$$

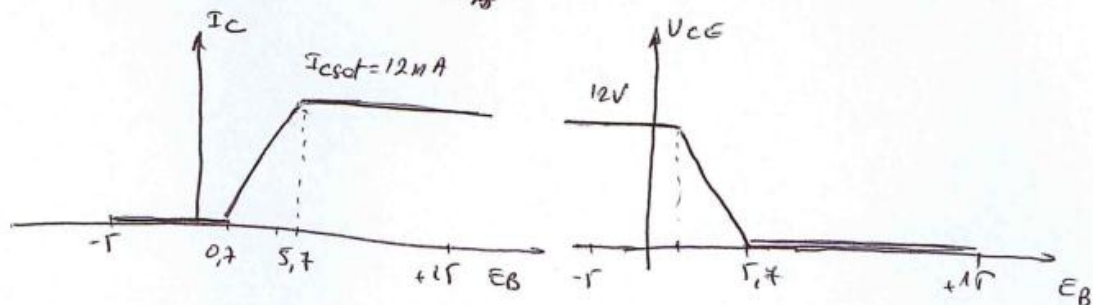
$$\Rightarrow I_{BS} = \frac{E_B - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow E_B = R_B I_{BS} + V_{BE} = 50 \cdot 0,1 + 0,7 = 5,7V$$

si $E_B \leq 0,7 \Rightarrow I_B = 0 \Rightarrow I_C = 0$, $V_{CE} = E_C = 12V$

si $E_B \geq 5,7V \Rightarrow I_B > I_{BS}$, $I_C = I_{Cset} = 12 \text{ mA}$, $V_{CE} = 0$.

$$0,7 \leq E_B \leq 5,7 \Rightarrow I_B = \frac{E_B - 0,7}{R_B}$$

$$I_C = \beta I_B = \beta \frac{E_B - 0,7}{R_B} = 2,4 E_B - 1,68.$$



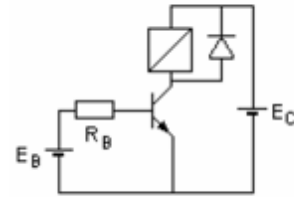
Exercice 5

Le transistor du montage ci-dessus fonctionne en commutation. Dans son circuit de collecteur est placée la bobine d'un relais NO. $E_B = 5V$, $E_C = 24V$

Transistor : $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0.1V$

Bobine : $V_N = 24V$, $R_{bo} = 100\Omega$

- Calculer le courant circulant dans la bobine du relais.
- Déterminer le courant I_B nécessaire pour saturer le transistor.
- En déduire la valeur de la résistance de base R_B .



Exercice 6

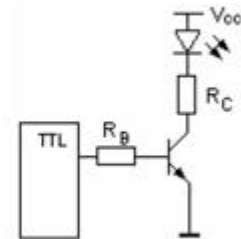
Le montage ci-contre sert à visualiser la sortie d'un opérateur logique à l'état haut par l'intermédiaire d'une LED :

LED : $V_D = 1.6V$, $I_D = 20mA$

Transistor : $\beta_{min} = 100$, $V_{BE} = 0.7V$, $V_{CEsat} = 0.2V$

Opérateur logique TTL : $V_{OHmin} = 2.4V$, $I_{OHmax} = 0.4mA$

- quel est le rôle du transistor ?
- Dimensionner les éléments résistifs si $V_{CC} = 5V$



SOLUTION EXO 6

* puisque l'opérateur logique ne peut délivrer plus de $0.4mA$ pour l'état haut minimal, dont il n'est pas capable d'allumer la LED d'où le transistor est nécessaire.

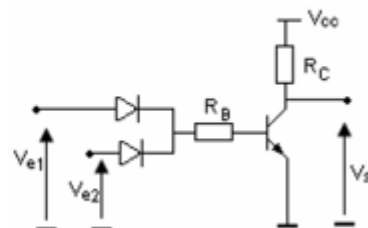
$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat} - V_D}{I_D} = \frac{5 - 0.2 - 1.6}{20mA} = 160\Omega$$

$$R_B = \frac{V_{OH} - V_{BE}}{I_B} = \frac{(V_{OH} - V_{BE})\beta}{I_C} = \frac{(2.4 - 0.7)100}{20mA} = 8.5k\Omega$$

Exercice 7

Le transistor dans le montage ci-contre travaille en régime de commutation. Complétez le tableau et déduire la fonction du montage.

V_{e1}	V_{e2}	D_1	D_2	T	V_s



===== SOLUTION EXO 7 =====

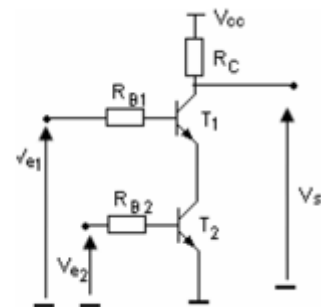
Ve1 (volt)	Ve2_(volt)	D1	D2	I	Vs
0	0	OFF	OFF	Bloqué	Vcc
0	5	OFF	ON	Saturé	0
5	0	ON	OFF	Saturé	0
5	5	ON	ON	Saturé	0

Le montage représente la fonction logique **NOR**

Exercice 8

Le transistor dans le montage ci-contre travaille en régime de commutation. Complétez le tableau et déduire la fonction du montage.

Ve1	Ve2	T1	T2	Vs

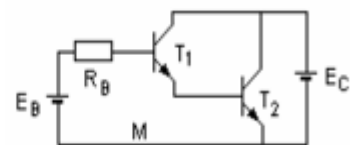


Exercice 9

On considère le montage ci-contre (dit montage Darlington)

$\beta_1 = 100$, $\beta_2 = 50$, $V_{cc} = 12V$, $R_B = 100k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$.

- Etablir une relation entre I_{B1} et I_{C2} .
- Calculer la tension V_{B1M} . Que peut-on conclure ?
- Si $I_{C2} = 50mA$, calculer la tension E_B et la puissance consommée par chaque transistor.



SOLUTION EXO 9

$$* I_{B2} = I_{C1} + I_{B1} = (\beta_1 + 1) I_{B1}$$

$$I_{C2} = \beta_2 I_{B2} = \beta_2 (\beta_1 + 1) I_{B1} = 5050 I_{B1}$$

$$* V_{B14} = V_{BE1} + V_{BE2} = 1,4 V$$

$\Rightarrow (T_1 \text{ et } T_2)$ équivalents à un transistor unique

$$\text{de : } V_{BE} = 1,4 V \text{ et } \beta = 5050$$

$$* I_{C2} = 50 \mu A \Rightarrow I_{B1} = \frac{I_{C2}}{5050} = 9,90 \mu A$$

$$\Rightarrow E_B = R_B I_{B1} + 1,4 = 2,4 V.$$

$$P_1 = V_{CE1} I_{C1} = V_{CB2} I_{C1} = (V_{CE2} - V_{BE2}) I_{C1} = 11,3 \mu W,$$

$$P_2 = V_{CE2} I_{C2} = 12,50 = 600 \mu W$$