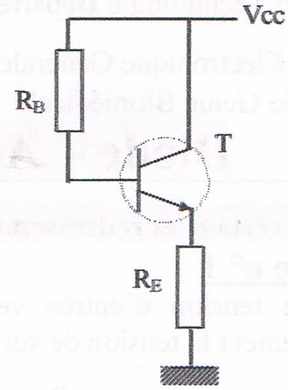
Transistor bipolaire « régime statique »

a) Point de fonctionnement

Exercice n° 5

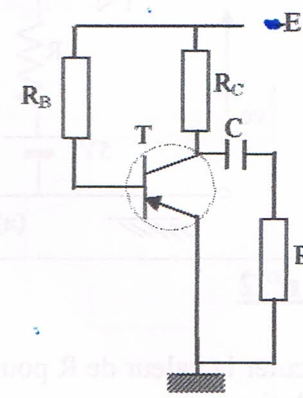


Le point de fonctionnement Q(8v,5mA) est au milieu de la droite de charge.

- Calculer : V_{CC} ; R_B et R_E

Sachant que : $V_{BE}=0{,}5V$ et $\beta = 100$

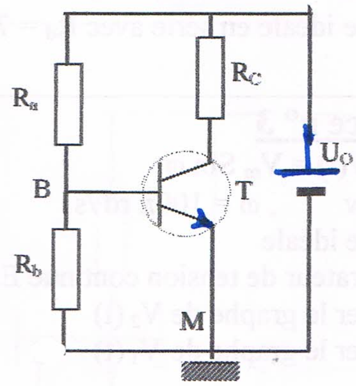
Exercice n° 6



- Tracer la droite de charge statique
- Tracer la droite d'attaque statique
- Déduire le point de repos au milieu de la droite de charge

($E=15V$; $R_C=0{,}4K\Omega$, $R_B=37K\Omega$; $R_L=1K\Omega$)

Exercice n° 7



1/ En utilisant la loi des nœuds, trouver l'expression reliant : V_{BE} ; I_B ; U_O ; R_a et R_B

2/ Trouver la même expression par le théorème de Thévenin appliqué entre les points B et M.

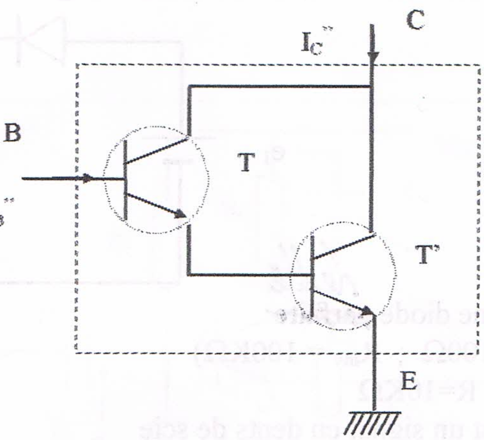
3/ déterminer le point de fonctionnement (au milieu de la D.C.S)

avec : $U_O=10V$, $V_{BE}=0{,}6V$, $I_B=35\mu A$, $R_C=1K\Omega$, $R_a=200K\Omega$ et $R_b=50K\Omega$

---

b) Montage Darlington

Exercice n° 8



Un montage dit de Darlington, est réalisé à l'aide de deux transistors bipolaires T et T' (voir figure).

Il fonctionne comme un transistor unique dit équivalent.

T : $\beta = h_{21}$, $h_{12}=0$, h_{22}^{-1} supposé infini

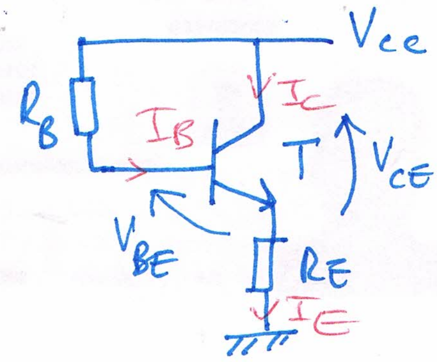
T' : $\beta' = h'_{21}$, $h'_{12}=0$, h'^{-1}_{22} supposé infini

- a) Trouver la relation entre I_C'' et I_B''
- b) Déduire β'' et donner l'expression de V_{BE}''.

Transistor bipolaire « régime statique »

ⓐ Point de fonctionnement :

Exercice n°5 : (Solution)



Le point de fonctionnement $Q(8V, 5mA)$ est milieu de la ddc.

V_{CE_0} I_{C_0}

* V_{CC}, R_B, R_E ?

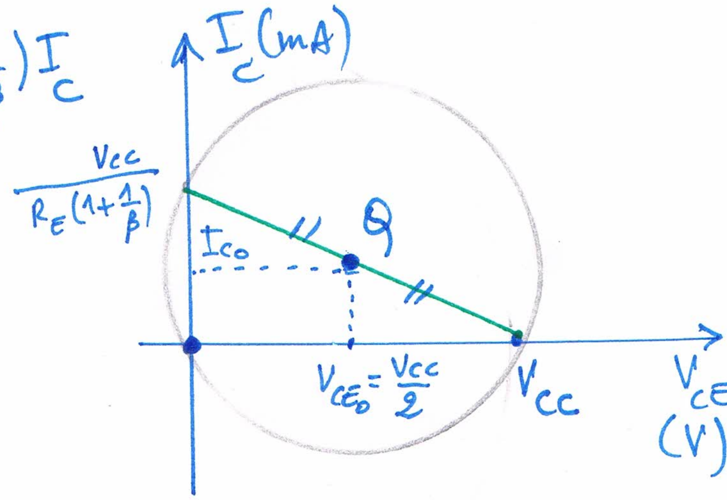
$V_{BE} = 0{,}5\,V$ et $\beta = 100$

D.C.S : $V_{CC} = V_{CE} + R_E I_E \Rightarrow V_{CE} = \boxed{V_{CC} - R_E\left(1+\frac{1}{\beta}\right) I_C}$

$= V_{CE} + R_E(I_C + I_B)$

$= V_{CE} + R_E\left(1+\frac{1}{\beta}\right) I_C$

$$\begin{cases} I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} \\ V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \dfrac{V_{CC}}{R_E\left(1+\frac{1}{\beta}\right)} \end{cases}$$



$V_{CE_0} = \dfrac{V_{CC}}{2}$ (Q milieu)

$V_{CE_0} = 8V = \dfrac{V_{CC}}{2}$

$\Rightarrow \boxed{V_{CC} = 16\,V}$

$$R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE_0}}{\left(1+\frac{1}{\beta}\right) I_{C_0}} = \frac{16-8}{\left(1+\frac{1}{100}\right) \cdot 5.10^{-3}} \Rightarrow \boxed{R_E \simeq 1{,}6\,K\Omega}$$

• $V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E = R_B I_B + V_{BE} + R_E(I_C + I_B)$

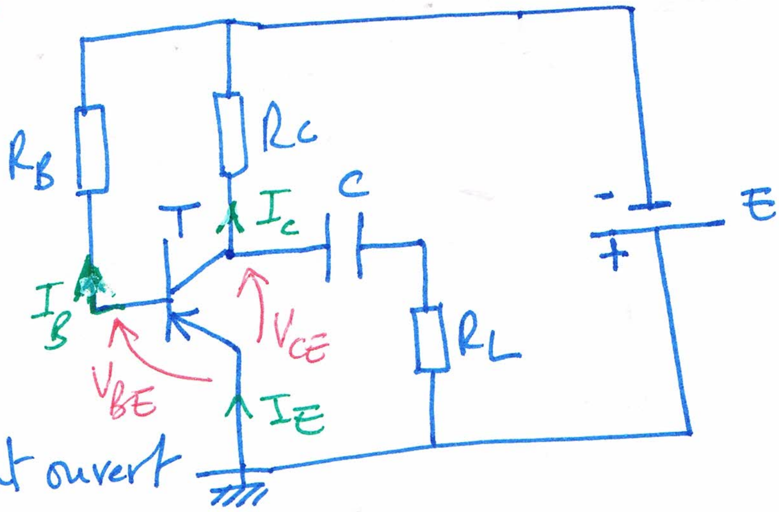
$V_{CC} = \left[R_B + R_E(1+\beta)\right] I_B + V_{BE} \Rightarrow R_B = \dfrac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{B_0}} - R_E(1+\beta)$

$I_B = \dfrac{I_C}{\beta} \Rightarrow R_B = \dfrac{\beta (V_{CC} - V_{BE_0})}{I_{C_0}} - R_E(1+\beta) = \dfrac{100(16-0{,}5)}{5.10^{-3}} - 1{,}6.10^{3}(101)$

$\boxed{R_B = 148\,K\Omega} \simeq 150\,K\Omega$

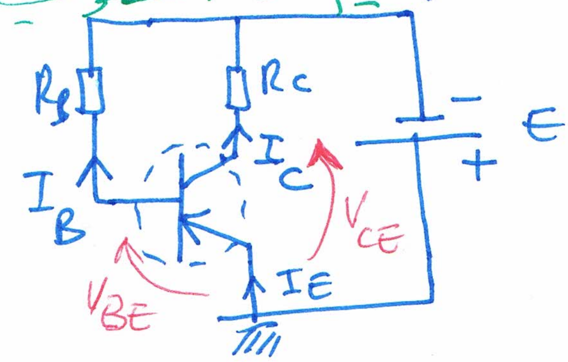
Exercice n°6 (Solution)

Attention! Le transistor est de type PNP.
(les tensions V_{CE} et V_{BE} sont négatives)
Le sens des courant (à voir)



Régime statique ⇒ C : circuit ouvert

* **Droite de charge statique D.C.S.** مستقيم الحمولة الساكن



$$E + V_{CE} - R_C I_C = 0 .$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{CE} = R_C I_C - E}$$

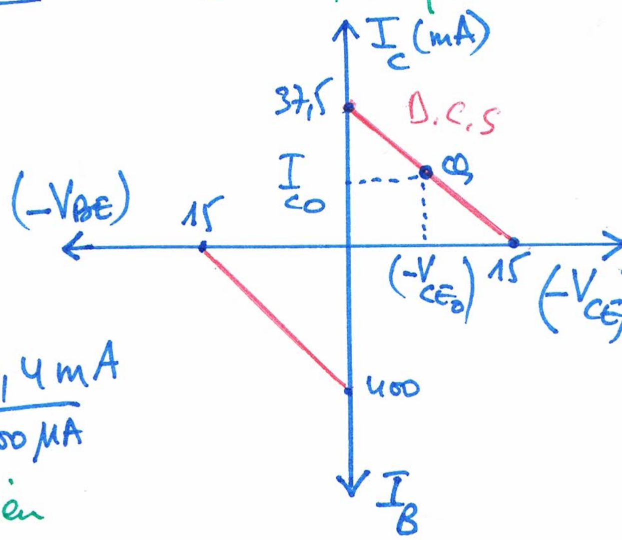
$$\begin{cases} I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = -E = -15\,V \\ V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \dfrac{E}{R_C} = \dfrac{15}{0{,}4 \cdot 10^3} = 37{,}5\,mA \end{cases}$$

* **Droite d'attaque statique D.A.S** مستقيم الهجوم الساكن

$$E + V_{BE} - R_B I_B = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{BE} = R_B I_B - E}$$

$$\begin{cases} I_B = 0 \Rightarrow V_{BE} = -E = -15\,V \\ V_{BE} = 0 \Rightarrow I_B = \dfrac{E}{R_B} = \dfrac{15}{37 \cdot 10^3} = 0{,}4\,mA = 400\,\mu A \end{cases}$$

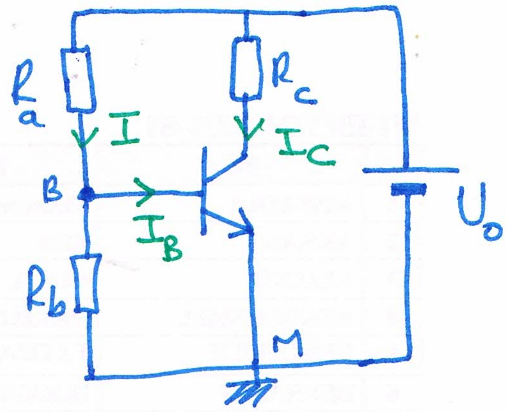


* **Point de repos $Q(V_{CE_0}, I_{C_0})$ au milieu**

$$-V_{CE_0} = \frac{15}{2} \Rightarrow \boxed{V_{CE_0} = -7{,}5}$$

$$I_{C_0} = \frac{I_{cmax}}{2} = \frac{37{,}5}{2} \Rightarrow \boxed{I_{C_0} = 18{,}75\,mA}$$

Exercice n°7 (Solution)



1/ Par la loi des noeuds : نظام العقد "noeud B" العقدة B

$$I = I_B + \frac{V_{BE}}{R_b}$$

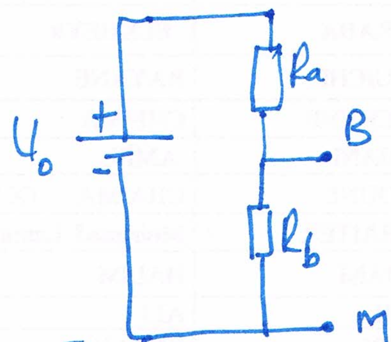
$$I = \frac{U_0 - V_{BE}}{R_a}.$$

$$\Rightarrow I_B + \frac{V_{BE}}{R_b} = \frac{U_0 - V_{BE}}{R_a} \Rightarrow \frac{V_{BE}}{R_b} + \frac{V_{BE}}{R_a} = \frac{U_0}{R_a} - I_B$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{BE} = \frac{R_b \cdot U_0}{R_a + R_b} - \frac{R_a R_b}{R_a + R_b} \cdot I_B}.$$

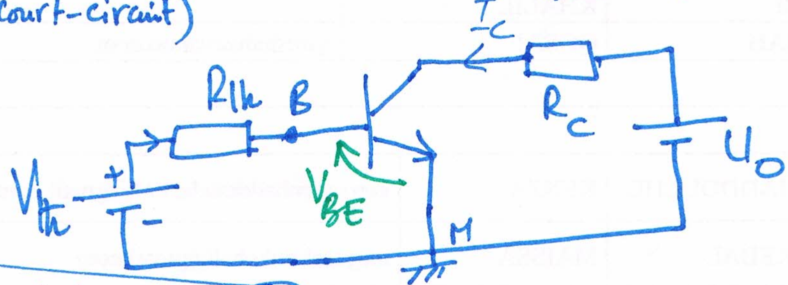
2/ Par le Théorème de Thévenin "entre B et M"

$$V_{Th} = V_{BM}\Big|_{\text{à vide}} = \frac{R_b}{R_b + R_a} U_0.$$



$$R_{Th} = R_{BM}\Big|_{U_0 \to \text{masse (court-circuit)}} = R_a // R_b = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b}.$$

$$V_{BE} = V_{Th} - R_{Th} I_B$$



$$\Rightarrow \boxed{V_{BE} = \frac{R_b U_0}{R_a + R_b} - \frac{R_a R_b}{R_a + R_b} I_B} \Rightarrow \text{même résultat}.$$

3/ $I_{B0} = 35\,\mu A \Rightarrow I_{C0} = \beta \cdot I_{B0}$ mais on n'a pas "β"

$V_{CE} = U_0 - R_c I_C$ (pour $I_C = 0 \Rightarrow V_{CEmax} = U_0$).

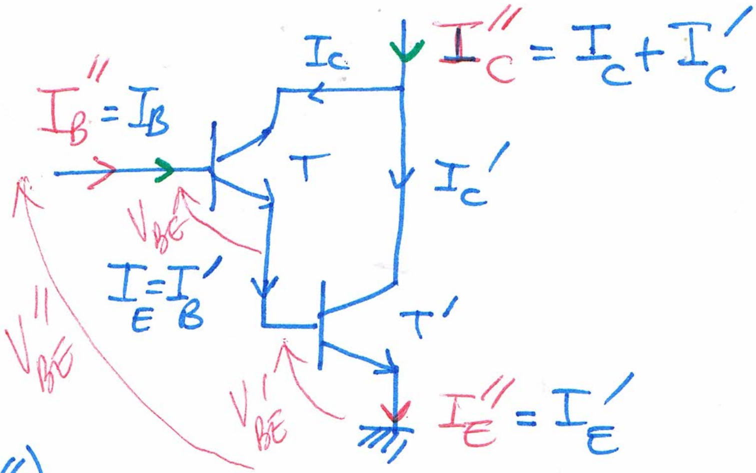
point de repos "Q" au milieu de la D.C.S $\Rightarrow \begin{cases} V_{CE0} = \dfrac{V_{CEmax}}{2} = \dfrac{U_0}{2} = \dfrac{10}{2} \\ I_{Cmax} = \dfrac{U_0}{R_c} \text{ (avec } V_{CE} = 0) \end{cases}$

$$\Rightarrow \boxed{V_{CE0} = 5V}.$$

$$\Rightarrow I_{C0} = \frac{I_{Cmax}}{2} = \frac{U_0}{2 R_c} = \frac{10}{2 \cdot 10^3} = 5 \cdot 10^{-3} A$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{C0} = 5 mA}$$

Exercice n° 8 (Solution)



ⓐ Relation entre I''_C et I''_B

$$I''_C = I_C + I'_C$$
$$= \beta . I_B + \beta' I'_B$$
$$= \beta . I''_B + \beta' (I''_B + I_C)$$
$$= \beta I''_B + \beta' (I''_B + \beta . I''_B)$$

$$\boxed{I''_C = (\beta + \beta' + \beta\beta') I''_B}$$

ⓑ Déduire β''

$$I''_C = \beta'' I''_B \Rightarrow \boxed{\beta'' = \beta + \beta' + \beta\beta'}$$

Expression de V''_{BE}

$$V''_{BE} = V_{BE} + V'_{BE}$$