

## Exercices corrigés de transistor bipolaire

---

[8.1. Exercice](#)

[8.2. Exercice](#)

[8.3. Exercice](#)

[8.4. Exercice](#)

[8.5. Exercice](#)

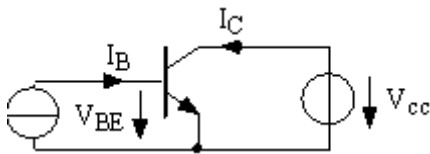
[8.6. Exercice](#)

[8.7. Exercice](#)

### 8.1. Exercice

ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

a)



Une mesure sur un transistor bipolaire NPN, faite avec le circuit ci-dessus, a donné les résultats suivants :

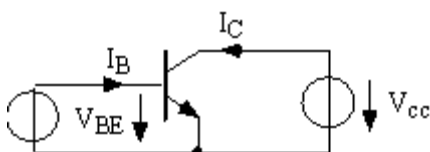
pour  $V_{cc} = 3 \text{ V}$  et  $I_B = 12 \mu\text{A} \Rightarrow I_C = 2 \text{ mA}$  et  $V_{BE} = 0.675 \text{ V}$

Dans quel mode de fonctionnement se trouvait le transistor ?

Déterminer les paramètres  $I_S$  et  $\beta$  de ce transistor.

Quel courant de base faudrait-il imposer pour avoir un courant de collecteur de  $10 \text{ mA}$  ?  
Quelle serait alors la tension base-émetteur ? Dans ces conditions quelle est la variation relative du courant de collecteur si la source de courant de base varie de  $\pm 2\%$  ?

b)



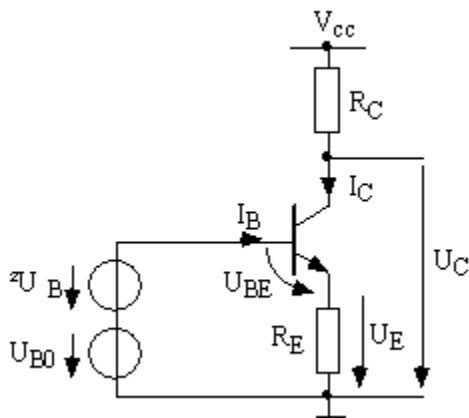
Avec le même transistor qu'au point a) mis dans le circuit de mesure ci-dessus, quelle tension base-émetteur faut-il imposer pour avoir le même courant de collecteur de 10 mA ? Quel est le courant de base correspondant ?

Dans ces conditions quelle est la variation relative du courant de collecteur si la source de tension  $V_{BE}$  varie de  $\pm 2\%$  ?

## 8.2. Exercice

### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

Introduction à l'amplificateur. Soit le montage suivant :



$$U_{B0} = 2.9 \text{ V} \quad U_j = 0.7 \text{ V} \quad R_C = 4.7 \text{ k}\Omega \quad R_E = 2.2 \text{ k}\Omega$$

$$\beta = 200 \quad V_{cc} = 15 \text{ V}$$

Calculer le point de repos c.à.d. les courants  $I_{B0}$ ,  $I_{E0}$  et  $I_{C0}$ , ainsi que les tensions  $U_{E0}$  et  $U_{C0}$  lorsque  $\Delta U_B = 0$ .

Quel est le mode de fonctionnement du transistor ?

Décrivez le fonctionnement du montage

## 8.3. Exercice

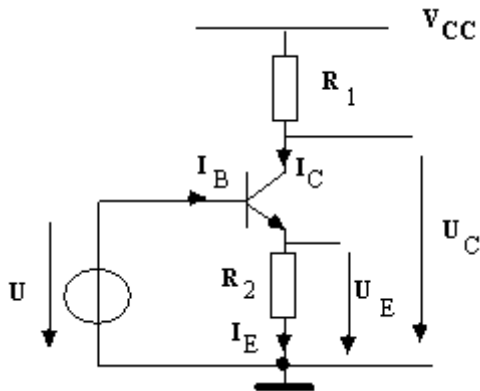
### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

Soit le montage à transistor bipolaire de la figure suivante. Sachant que  $U_{BE} = U_j$ , calculer les courants  $I_B$ ,  $I_E$  et  $I_C$ , ainsi que les tensions  $U_E$  et  $U_C$ .

Quelle est le mode de fonctionnement du transistor ?

Valeurs numériques :  $U = 3.4 \text{ V}$        $U_j = 0.7 \text{ V}$        $R_1 = 4.7 \text{ k}\Omega$        $R_2 = 2.7 \text{ k}\Omega$

$\beta = 200$        $V_{CC} = 10 \text{ V}$



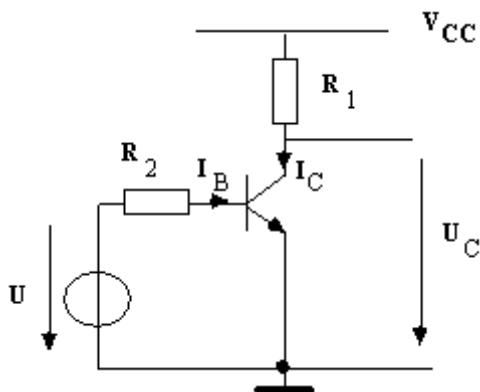
#### 8.4. Exercice

### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

Soit le montage représenté à la figure suivante. Sachant que  $U_{BE} = U_j$ , calculer les courants  $I_B$  et  $I_C$ , ainsi que les tensions  $U_B$  et  $U_C$ .

Valeurs numériques :  $U = 3.4 \text{ V}$        $U_j = 0.7 \text{ V}$        $R_1 = 4.7 \text{ k}\Omega$

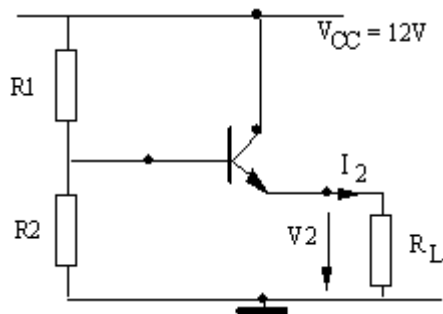
$R_2 = 2.7 \text{ k}\Omega$  ~~=====~~  $\beta = 200$        $V_{CC} = 10 \text{ V}$



#### 8.5. Exercice

### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

On considère le montage suivant :



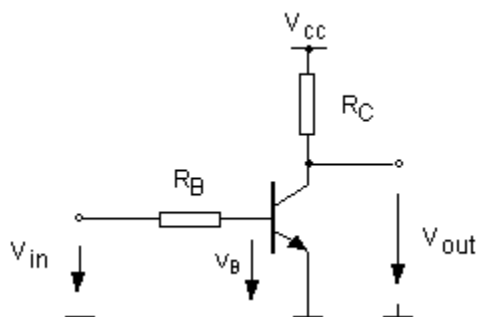
$$\beta = 100 \quad U_j = 0.7V \quad I_{2\max} = 100 \text{ mA}$$

Déterminez  $R_1$  et  $R_2$  pour que le montage fournisse une tension de sortie  $V_2$  stabilisée à 6V.

### 8.6. Exercice

### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

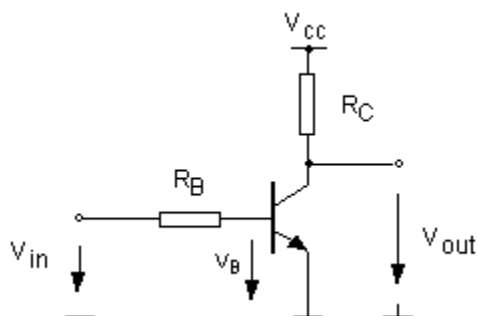
Décrire qualitativement le fonctionnement du transistor suivant:

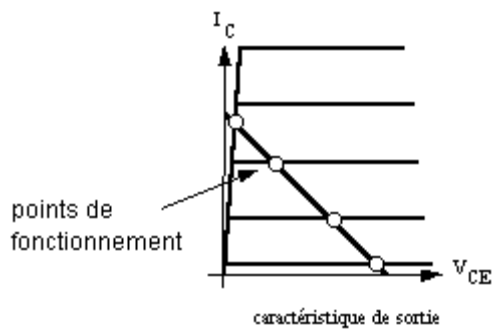


### 8.7. Exercice

### ÉNONCÉ---[Corrigé](#)

Commentez le fonctionnement de l'inverseur à transistor bipolaire et indiquez ses points de fonctionnement.






---

## 9. CORRIGES

---

[Exercice 8.1](#)

[Exercice 8.2](#)

[Exercice 8.3](#)

[Exercice 8.4](#)

[Exercice 8.5](#)

[Exercice 8.6](#)

[Exercice 8.7](#)

### **Exercice 9.1**

#### **CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

a)  $V_{cc} = V_{CE} = 3 \text{ V}$  et  $V_{BE} \approx U_j = 0.7 \text{ V}$

$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} \approx 2.3 \text{ V} > 0 \Rightarrow$  mode normal

$$I_C = \beta \cdot I_B \Rightarrow \beta = \frac{I_C}{I_B} = 167$$

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{U_T}} \Rightarrow I_S = I_C e^{-\frac{V_{BE}}{U_T}} \Rightarrow I_S = 10.6 \text{ fA}$$

$$\text{pour avoir } I_C = 10 \text{ mA, il faut imposer } I_B = \frac{I_C}{\beta} = 60 \mu\text{A}$$

$$\text{ce qui donne la valeur exacte } V_{BE} = U_T \ln \frac{I_C}{I_S} = 0.717 \text{ V}$$

Comme  $I_C = \beta \cdot I_B$ , si  $I_B$  varie de  $\pm 2\%$ ,  $I_C$  varie de  $\pm 2\%$ .

b) Pour avoir  $I_C = 10 \text{ mA}$ ,

$$U_T \ln \frac{I_C}{I_S} = 0.717 \text{ V}$$

il faut imposer :  $V_{BE} =$

$$\frac{I_C}{\beta} = 60 \mu\text{A}$$

et le courant de base vaut :  $I_B =$

Si  $V_{BE}$  varie de  $\pm 2\%$ ,  $I_C$  varie de  $5.78 \text{ mA}$  à  $17.43 \text{ mA}$ , soit de  $-42\%$  à  $+74\%$  !

Le transistor est donc beaucoup plus sensible à des variations de la tension  $V_{BE}$  qu'à des variations du courant  $I_B$ , ce qui est gênant pour faire des mesures statiques, mais devient intéressant pour faire un amplificateur.

## Exercice 9.2

**CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

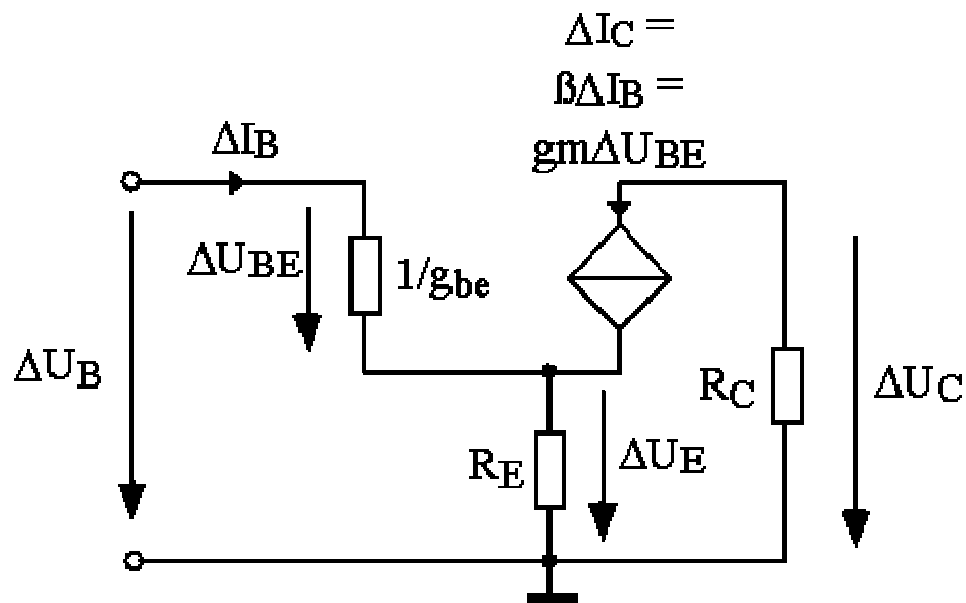
a)  $\Delta U_B = 0$   $U_{E0} = U_{B0} - U_j = 2.2 \text{ V}$

$$I_{E0} = \frac{U_{E0}}{R_s} = 1 \text{ mA} \quad I_{C0} = \frac{\beta}{1 + \beta} I_{E0} \approx I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

$$I_{B0} = \frac{I_{C0}}{\beta} = 5 \mu\text{A} \quad U_{C0} = V_{cc} - R_C I_{C0} = 10.3 \text{ V}$$

$$U_{BC0} = U_{B0} - U_{C0} = -7.4 \text{ V} \Rightarrow \text{mode normal}$$

$$b) g_m = \frac{I_{C0}}{U_T} = 3.85 \cdot 10^{-2} \text{ A/V} \quad g_{be} = \frac{g_m}{\beta} = 192 \mu\text{A/V}$$



c)  $\Delta U_E = R_E(\Delta I_C + \Delta I_B) = R_E(g_m + g_{be})\Delta U_{BE}$

$\Delta U_C = -R_C \Delta I_C = -g_m R_C \Delta U_{BE}$

$\Delta U_B = \Delta U_E + \Delta U_{BE} = (R_E(g_m + g_{be}) + 1)\Delta U_{BE}$

comme  $\beta \gg 1$  on peut admettre que  $(g_m + g_{be}) \approx g_m$

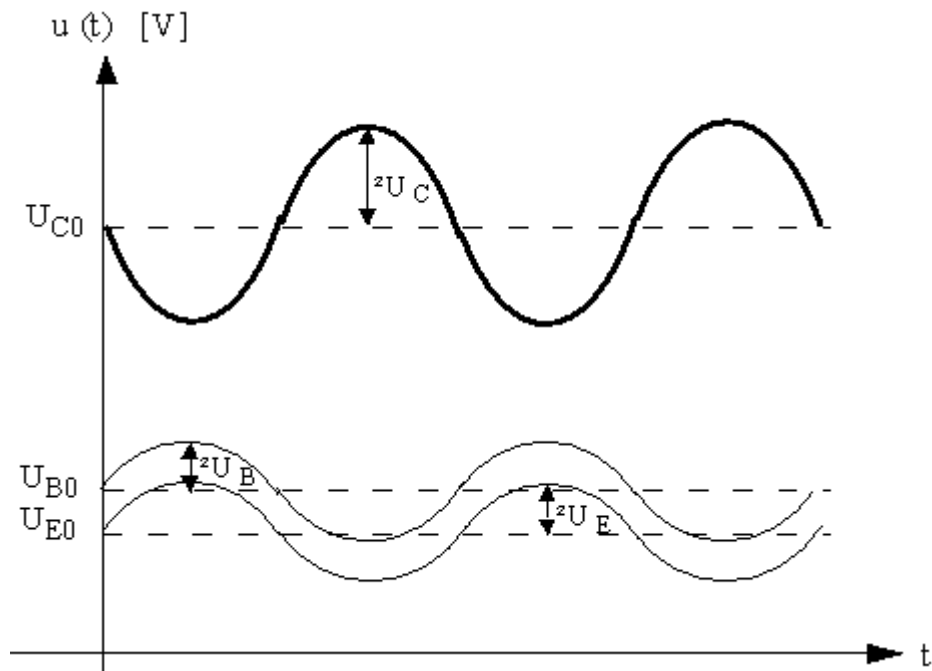
d'où :  $\frac{\Delta U_E}{\Delta U_B} = \frac{g_m R_E}{1 + g_m R_E}$  et  $\frac{\Delta U_C}{\Delta U_B} = -\frac{g_m R_C}{1 + g_m R_E}$

si de plus  $g_m R_E \gg 1$  c.a.d si  $R_{E0} \approx U_{E0} \gg U_T = 26 \text{ mV}$

alors  $\frac{\Delta U_E}{\Delta U_B} = 1$  et  $\frac{\Delta U_C}{\Delta U_B} = -\frac{R_C}{R_E}$

Application numérique :  $U_{E0} = 2.2 \text{ V} \gg 26 \text{ mV}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_E}{\Delta U_B} = 1 \quad \text{et} \quad \frac{\Delta U_C}{\Delta U_B} = -2.1$$



### **Exercice 9.3**

**CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

$$U_E = U - U_j = 2,7 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_2} = 1 \text{ mA}$$

Si le transistor T fonctionne en mode Normal Direct, alors :

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad I_E = (\beta + 1) I_B \cong I_C$$

$$\Rightarrow I_B = 5 \mu\text{A} \quad I_C = 1 \text{ mA}$$

$$\text{donc } U_C = V_{CC} - R_1 I_C = 10\text{V} - 4,7\text{V} = 5,3 \text{ V}$$

La jonction BC est bloquée ( $V_{BC} = U - U_C = 3.4\text{V} - 5.3\text{V} = -1.9\text{V}$ ), donc le transistor T se trouve bien en mode Normal Direct.

### **Exercice 9.4**

**CORRIGÉ**---[Énoncé](#)



Soit  $U_{R2}$  la différence de potentiel aux bornes de  $R_2$  (définie dans le même sens que le courant  $I_B$ ).

$$-U + U_{R2} + U_j = 0 \quad U_{R2} = U - U_j = 2,7 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{U_{R2}}{R_2} = \underline{1 \text{ mA}}$$

Posons comme hypothèse : T en mode Normal Direct, alors :

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad I_E = (\beta + 1) I_B \cong I_C$$

$$I_C = 200 \text{ mA} \quad U_C = 10\text{V} - 0,2 \cdot 4700 = - \dots \text{ kV} !$$

Ceci est impossible : T se trouve donc en saturation, la jonction BC conduit,  $U_{BC} = 0,7\text{V}$  et  $U_C = U_{CE} = 0\text{V}$ . Il faut recalculer le courant  $I_C$ .

$$I_C = \frac{V_{cc} - U_c}{R_1} = \underline{2,1 \text{ mA}}$$

$$I_E = I_C + I_B = \underline{3,1 \text{ mA}}$$

### **Exercice 9.5**

**CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} - U_j = V_2$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,56 \quad \frac{R_1}{R_2} = 0,79$$

Le courant dans les 2 résistances du pont diviseur de tension doit être supérieur à 10 fois le courant de base maximum du transistor.

$$I_{B\max} = I_{2\max} / \beta = 1 \text{ mA}$$

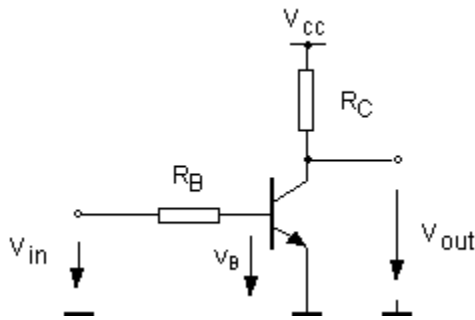
$$R_1 + R_2 < V_{CC} / (10 \cdot I_{B\max}) \quad R_1 + R_2 < 1,2 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Exemple: } R_2 = 570 \Omega \quad R_1 = 450 \Omega$$

### **Exercice 9.6**

**CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

Décrire qualitativement le fonctionnement du transistor suivant:

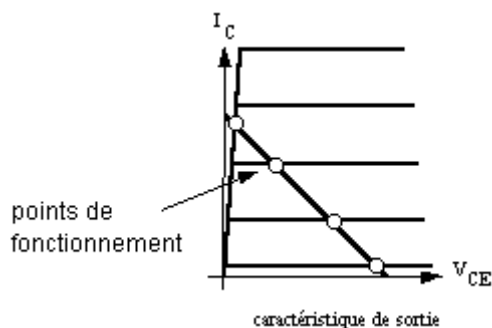
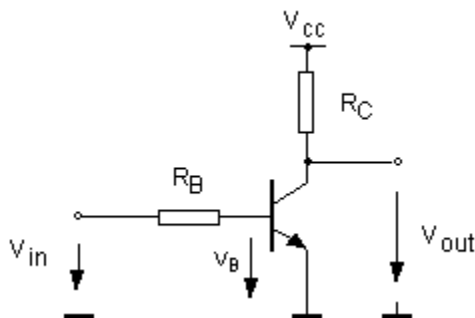


Lorsque la tension  $V_{in}$  est suffisamment élevée pour contrecarrer la tension de seuil de la jonction base-émetteur (environ 0.7 V), un courant  $I_b$  circule dans la base du transistor. Ce courant de base commande un courant de collecteur, pour autant bien sûr qu'une source de tension soit disponible du côté du collecteur. Lorsque le courant de collecteur augmente, la tension de sortie du montage diminue.

### Exercice 9.7

#### **CORRIGÉ**---[Énoncé](#)

Commentez le fonctionnement de l'inverseur à transistor bipolaire et indiquez ses points de fonctionnement.



Si la tension d'entrée  $V_{in}$  est nulle ou faible, aucun courant ne circule dans la base et par conséquent dans le collecteur. La tension de sortie du montage est au niveau de celle de l'alimentation. On parle de blocage. Point de fonctionnement: en bas à droite sur le graphe.

Si la tension d'entrée  $V_{in}$  est suffisamment grande ou maximum, un courant de base circule et commande un courant de collecteur maximum. Dans ce cas dit de saturation, la tension de sortie est pratiquement nul. Point de fonctionnement: en haut à gauche.