

**Exercice 9.1**

$$|\alpha| = I_C / I_E = 99,5/100 = 0,995.$$

$$\beta = \alpha / (1 - \alpha) = I_C / I_B \approx 200$$

**Exercice 9.2**

Le circuit d'entrée donne :  $I_B = (V_{BM} - V_{BE}) / R_B = 9,3 / (47 \cdot 10^3) = 0,2 \text{ mA}$ .

Le circuit de sortie donne :  $V_{CE} = V_{CC} - R_C \cdot I_C = 10 - R_C \cdot \beta \cdot I_B = 10 - 5 \cdot \beta$  ;

Tout transistor ainsi alimenté est saturé ( $V_{CE} \approx 0$  ;  $I_C < \beta \cdot I_B$ ).

**Exercice 9.3**

Le circuit d'entrée donne :  $I_B = (V_{BM} - V_{BE}) / R_B = 4,3 / (4,7 \cdot 10^3) = 0,915 \text{ mA}$ .

Le circuit de sortie donne :  $V_{CE} = V_{CC} - R_C \cdot I_C = 5 - 0,43 \cdot \beta$  ;

Tout transistor ayant un  $\beta > 12$  et ainsi alimenté est saturé :

$$V_{CE} \approx 0 \text{ et } I_C = V_{CC} / R_C = 10,6 \text{ mA}$$

**Exercice 9.4**

*Circuit a :*

Le circuit d'entrée donne :  $-V_{CC} + R_B \cdot I_B + V_{BE} = 0$

$$I_B = (15 - 0,7) / (200 \cdot 10^3) = 71,5 \mu\text{A}$$

Si  $\beta = 100$ ,  $I_{C1} = 7,15 \text{ mA}$ . Si  $\beta = 300$ ,  $I_{C2} = 21,45 \text{ mA}$ . *Rapport  $I_{C2} / I_{C1} = 3$*

*Circuit b :*

Le circuit d'entrée donne :  $-V_{CC} + (R_C + R_B)I_C + R_B \cdot I_B + V_{BE} = 0$

Or  $I_B = I_C / \beta$  donc :  $I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B / \beta}$

Si  $\beta = 100$ ,  $I_{C1} = 4,77 \text{ mA}$ . Si  $\beta = 300$ ,  $I_{C2} = 8,58 \text{ mA}$ . *Rapport = 1,8*

*Circuit c :*

Le circuit d'entrée donne :  $-V_{CC} + R_B \cdot I_B + V_{BE} + R_E I_E = 0$

Or  $I_E \approx I_C = \beta \cdot I_B$  donc :  $I_C \approx \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + R_B / \beta}$

Si  $\beta = 100$ ,  $I_{C1} = 6,8 \text{ mA}$ . Si  $\beta = 300$ ,  $I_{C2} = 18,6 \text{ mA}$ . *Rapport  $\approx 3$*

Le circuit *b* est un peu meilleur que les autres pour stabiliser le courant collecteur.

**Exercice 9.5**

Le circuit d'entrée donne :  $V_{BM} = R_B \cdot I_B = 10 - 0,6 = 9,4 \text{ V}$

$$I_B = 9,4 / (470 \cdot 10^3) = 20 \mu\text{A}$$

Comme  $\beta = 300$ ,  $I_C = 6 \text{ mA}$ .

En sortie, on a  $V_{CE} = V_{CC} - R_C \cdot I_C = 4 \text{ V}$ .

Si  $R_B = 200 \text{ k}\Omega$ , on a  $R_B < \beta \cdot R_C$  donc le transistor est saturé.

**Exercice 9.6**

En entrée :  $-V_{CC} + (R_C + R_B)I_C + R_B \cdot I_B + V_{BE} = 0$

Or  $I_B = I_C / \beta$  donc :  $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{\beta R_C + R_B}$

Si  $\beta = 170$ ,  $I_B = 30 \mu\text{A}$  ;  $I_C = 5,05 \text{ mA}$  ;  $V_{CE} = 5,95 \text{ V}$ .

**Exercice 9.7**

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE} - V_{EM}) / R_C = 12 \cdot (1 - 0,4 - 0,2) / 4700 \approx 1 \text{ mA}$$

$R_E = V_{EM}/I_E = 2,4 \text{ k}\Omega$  ; on prendra  $2,2 \text{ k}\Omega$  (valeur normalisée).

$I_B = I_C/\beta = 16,6 \mu\text{A}$  ; donc il faut  $I_P > 170 \mu\text{A}$ . On prend  $I_P = 180 \mu\text{A}$ .

$R_1 = (V_{CC} - V_{BM})/(I_P + I_B) = (12 - (2,4 + 0,6))/197 \cdot 10^{-6} \approx 45 \text{ k}\Omega$ . On prend  $47 \text{ k}\Omega$

$R_2 = V_{BM}/I_P = (2,4 + 0,6)/180 \cdot 10^{-6} = 16,6 \text{ k}\Omega$ . On prend  $18 \text{ k}\Omega$ .

### Exercice 9.8

$I_B = I_C/\beta$  donc  $I_C = 3 \text{ mA}$ .

$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_E$  ; donc  $R_E = 3/3 \cdot 10^{-3} = 1000 \Omega$ .

$V_{BM} = (V_{BE} + V_{EM}) = 3,6 \text{ V}$ . Soit  $I_0$  le courant dans  $R_2$ . Le courant dans  $R_1$  est donc :  $I_0 + I_B$ .

$V_{CC} = R_1 \cdot I_0 + R_1 \cdot I_B + R_2 \cdot I_0$ . Donc  $I_0 = 40 \mu\text{A}$ . et  $R_1 = 3,6/(40 \cdot 10^{-6}) = 90 \text{ k}\Omega$ .

Le courant dans le pont est beaucoup trop faible. Il faut diminuer  $R_1$  et  $R_2$ .

### Exercice 9.9

Le circuit d'entrée donne pour le potentiel de l'émetteur :

$V_{EM} = V_{BM} - V_{BE} = 2 - 0,7 = 1,3 \text{ V}$ .

Le courant d'émetteur est donc :  $I_E = 1,3/100 = 13 \text{ mA}$  ;

C'est aussi le courant qui traverse la diode. La valeur du gain du transistor et celle de  $V_{CC}$  sont *a priori* indifférentes. Il faut toutefois que  $V_{CE}$  reste positif.

### Exercice 9.10

La résistance  $R_1$  sert à polariser la diode Zener dans la partie linéaire de la caractéristique inverse. Si elle est trop faible, on consomme inutilement de la puissance.

Le potentiel de base vaut  $V_{BM} = V_Z = V_{BE} + V_{EM}$ .

$V_{EM} = R_E \cdot I_E = 6 \text{ V}$  donc  $I_E = 3 \text{ mA}$ . Comme  $I_B \ll I_C$  alors  $I_C = I_E = 3 \text{ mA}$ .

*Valeurs limites de  $R_C$  :*

Si  $R_C = 0$ ,  $V_{CE} = V_{CC} - V_{EM} = 9 \text{ V}$ . La puissance dissipée dans le transistor est égale à  $21 \text{ mW}$ .

On a aussi :  $V_{CC} = R_C \cdot I_C + V_{CE} + V_{EM}$ . Comme  $V_{CE}$  ne peut devenir négatif, ( $V_{CE} \approx 0$  pour un transistor saturé), la valeur maximale du produit  $R_C \cdot I_C$  est  $9 \text{ V}$ .

La valeur maximale de  $R_C$  est donc  $3 \text{ k}\Omega$ . Pour des valeurs supérieures, le courant  $I_C$  va devenir inférieur à  $3 \text{ mA}$ .

### Exercice 12.1

Le gain en tension d'un étage émetteur commun découplé est égal à  $-\beta \cdot R_S/h_{11}$ . Le gain  $\beta$  et  $h_{11}$  sont liés (voir page 62) par :  $h_{11}(\Omega) = 26 \cdot \beta/I_C(\text{mA})$ . Le gain en tension est égal à :

$A_V = -I_C \cdot R_S/26$ .

On néglige  $I_B$  devant le courant dans le pont de base :

$V_{BM} = 15 \cdot 10/(56 + 10) = 2,27 \text{ V}$  ; donc  $V_{EM} = 2,27 - 0,6 = 1,67 \text{ V}$ .

$I_E = I_C = 1,67/1500 = 1,11 \text{ mA}$ .

Si  $R_U = \infty$  alors  $R_S = R_C = 6200 \Omega$  et  $A_V = -6200 \cdot 1,11/26 = -264$ .

Si  $R_U = 10 \text{ k}\Omega$  alors  $R_S = \{R_C // R_U\}$  et  $A_V = -3820 \cdot 1,11/26 = -163$ .

### Exercice 12.2

Le montage est identique à celui du précédent (avec le transistor complémentaire).

Les gains en tension sont les mêmes ainsi que les résistances de sortie.

L'impédance d'entrée est :  $Z_E = \{h_{11} // R_1 // R_2\}$  et  $h_{11} \approx 26\beta/I_C$

AN :  $h_{11} = 150 \cdot 26/1,11 = 3500 \Omega$  ;  $Z_E = 2480 \Omega$ .

### Exercice 12.3

Le point de fonctionnement est inchangé. Si  $\rho_E$  est la partie non découplée de la résistance d'émetteur, le gain de l'étage est égal à :

$$A_V = -\frac{\beta \cdot R_S}{h_{11} + \beta \cdot \rho_E} = -\frac{R_S}{26/I_C + \rho_E}$$

*Sans découplage* :  $A_V = -6200/1523 = -4$ .

$$Z_E = \{R_1 // R_2 // \{h_{11} + \beta \cdot \rho_E\}\} < R_2 \quad (\rho_E = 1500\Omega)$$

*Découplage partiel* :  $A_V = -6200/523 = -11,8$ .

$$Z_E = \{R_1 // R_2 // \{h_{11} + \beta \cdot \rho_E\}\} < R_2 \quad (\rho_E = 500\Omega)$$

Le découplage partiel permet de conserver un gain raisonnable.

### Exercice 12.4

*Calcul de la tension d'entrée* : le générateur débite dans  $R_G$  qui est en série avec la résistance  $R_P$  de polarisation ( $R_1 // R_2$ ). La tension d'entrée (générateur de Thévenin équivalent) est :

$$v_E = v_G \cdot R_P / (R_G + R_P) = 50.15 / (10 + 15) = 30 \text{ mV.}$$

La résistance du générateur de Thévenin équivalent est  $R_0 = R_G // R_P = 6 \text{ k}\Omega$ .

La résistance  $\rho_E$  vue par l'émetteur est  $(R_E // R_U) = 2126 \Omega$ .

Le gain en tension (chap. 12, § 2.4) est :

$$A_V = \frac{h_{21}\rho_E}{h_{11} + h_{21}\rho_E} = \frac{h_{21}\rho_E}{26 \cdot h_{21} / I_C + h_{21}\rho_E} = \frac{\rho_E}{26 / I_C + \rho_E}$$

*Calcul de  $I_C$*  :

Le potentiel de base est  $V_{BM} = U \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = 7,5 \text{ V}$ .

Celui d'émetteur est :  $V_{EM} = V_{BM} - V_{BE} = 6,8 \text{ V} \Rightarrow I_C = V_{EM} / R_E = 0,68 \text{ mA}$ .

On tire :  $A_V = 0,98$  et  $v_S = 29,4 \text{ mV}$ .

$Z_S$  est égale à  $= V_0 / I_{CC}$ .

La tension à vide est :  $V_0 = v_E \cdot h_{21} \cdot \rho_E / \{h_{21}\rho_E + R_0 + h_{11}\}$

Le courant de court-circuit est :  $I_{CC} = h_{21} \cdot i_B = h_{21} \cdot v_E / (R_0 + h_{11})$

$Z_S = (h_{11} + R_0) / h_{21} // \rho_E h_{21} \cdot Z_S \approx h_{11} / h_{21} = 26 / I_C = 38 \Omega$ .

[Enoncés](#) 

[Retour au menu](#) 