

OFPPT

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

exercices corrigés

TRANSISTORS BIPOLAIRES

www.ofppt-temi.blogspot.com

Transistors bipolaires

Exercice I

On considère le montage suivant avec un transistor npn de gain en courant $\beta=100$ et la tension entre la base et l'émetteur est de 0,7V

a) On désire avoir un courant de 100 mA dans la charge R_L , quelle valeur de résistance R_B faut-il choisir?

b) Si on fait varier R_B alors I_B varie et donc I_C varie aussi. Quelle est la valeur maximale qu'on peut obtenir pour I_C (transistor saturé)?

3) quelle est la valeur minimale de R_B pour saturer le transistor

Réponse :

1)

Maille d'entrée : $V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$

On a $I_B = I_C / \beta = 1 \text{ mA}$

Donc $R_B = (V_{CC} - V_{BE}) / I_B = (12 - 0,7) / 1 \text{ (K}\Omega\text{)}$

Finalement on doit prendre $R_B = 11,3 \text{ K}\Omega$ pour obtenir un courant de 100mA dans la résistance R_L .

2)

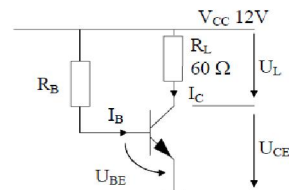
I_C est maximal lorsque $I_C = V_{CC} / R_C$.

Donc $I_C = 12 / 60 = 0,2 \text{ A}$ soit 200 mA.

Le transistor est saturé donc lorsque I_C atteint la valeur 200 mA

3) pour avoir $I = I_{\text{sat}} = 200 \text{ mA}$ il faut avoir $I_{B\text{sat}} = I_{C\text{sat}} / \beta = 200 / 100 = 2 \text{ mA}$

Il faut donc $R_{B\text{sat}} = (V_{CC} - V_{BE}) / I_{B\text{sat}} = (12 - 0,7) / 2 = 5,65 \text{ K}\Omega$



Pour saturer le transistor I_B doit être $> 2 \text{ mA}$ et donc $R_B < 5,65 \text{ K}\Omega$

3)

Si on diminue R_B I_B augmente et aussi I_C mais lorsque R_B devient inférieure à 5,65 I_B devient supérieure à 2 mA mais I_C ne peut plus suivre cette augmentation et se sature à 200mA.

Exercice II

On considère le même montage que (exercice 1),

Avec un transistor tel que $\beta = 80$. Et $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, on désire avoir un point de fonctionnement tel que $V_{CE} = 6 \text{ V}$ et $I_C = 3,6 \text{ mA}$.

Quelles valeurs faut-il donner à R_B et R_L ?

Réponse :

$$V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_C} \beta$$

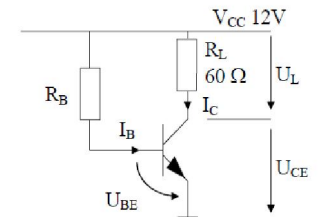
$$R_B = \frac{12 - 0,7}{3,6} \cdot 80$$

$$R_B = 251 \text{ K}\Omega$$

$$V_{CE} + R_L I_C = V_{CC}$$

$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$$

$$R_L = \frac{12 - 6}{3,6} = 1,67 \text{ K}\Omega$$



Exercice III

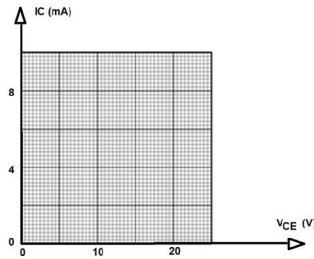
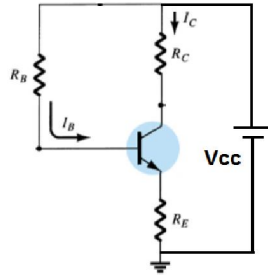
On donne $R_B = 430 \text{ K}\Omega$, $R_C = 2 \text{ K}\Omega$, $R_E = 2 \text{ K}\Omega$
 $\beta = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$.

$V_{CC} = 15 \text{ V}$

Calculer Les coordonnées du point de fonctionnement I_{CQ} , V_{CEQ} ,

Calculer les potentiels V_C , V_B et V_E .

Tracer la droite de charge statique et le point de fonctionnement, en respectant l'échelle.



Réponse :

$$R_E I_C + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$$

$$I_C (R_E + \frac{R_B}{\beta}) = V_{CC} - V_{BE}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - 0,7}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} = \frac{15 - 0,7}{2 + \frac{430}{100}}$$

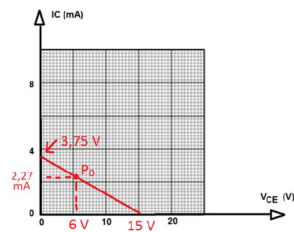
$$I_{CQ} = 2,27 \text{ mA}$$

De même

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

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) = 15 - 2,27(2 + 2)$$

$$V_{CE} = 6 \text{ V}$$



$$V_C = V_{CC} - R_C I_C = 15 - 2,27 \cdot 2 = 10,46 \text{ V}$$

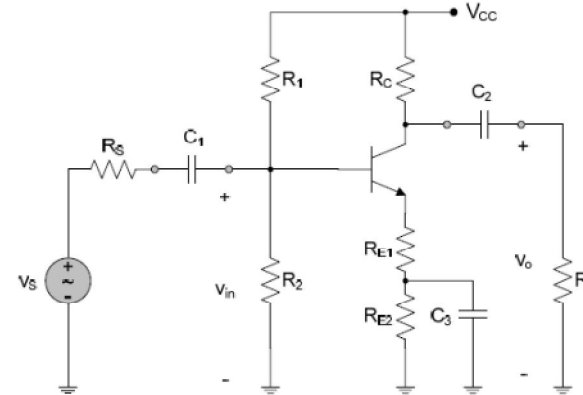
$$V_B = V_{CC} - R_B I_B = 15 - 430 \cdot (2,27/100) = 12,73 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - 0,7 = 12 \text{ V}$$

Exercice corrigé

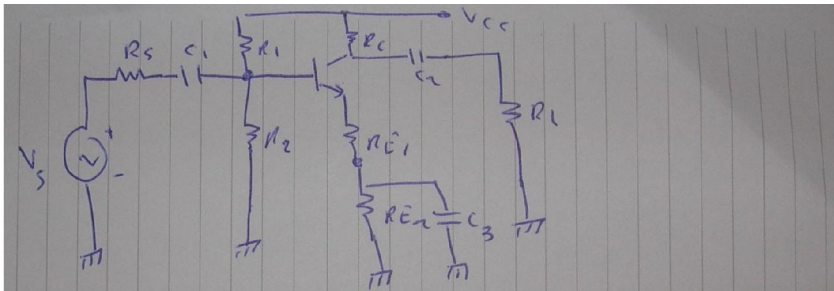
Dans l'amplificateur de la figure suivante, les capacités des condensateurs sont considérées infinies.

- Trouvez les valeurs d' I_{CQ} et de V_{CEQ} . Le transistor est-il en saturation ?
- Calculez I_{BQ} , V_{CQ} , V_{EQ} et V_{BQ} .
- Déterminer l'impédance d'entrée Z_i , l'impédance de sortie Z_o et le gain en tension v_o/v_{in} de l'amplificateur en tenant compte de la charge. Dessiner le circuit équivalent complet en ac du circuit.
- Calculer l'amplitude de v_o si l'amplitude de v_s est 1mV.



- $V_{CC} = 15 \text{ V}$
- $R_1 = 33 \text{ k}\Omega$
- $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
- $R_C = 3 \text{ k}\Omega$
- $R_{E1} = 220 \Omega$
- $R_{E2} = 750 \Omega$
- $R_S = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 3 \text{ k}\Omega$
- Transistor: 2N3904

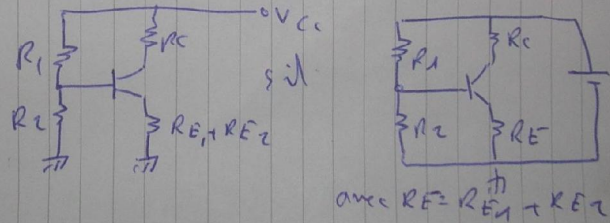
Correction de la question a) et b) qui correspondent au fonctionnement statique (en continu). La partie dynamique sera traitée plus tard.



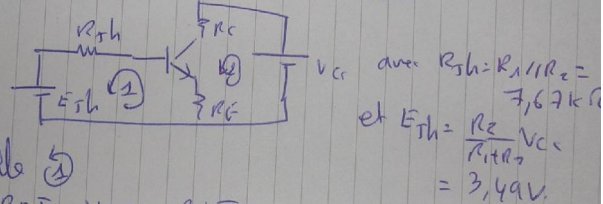
a) Il s'agit de I_{CQ} et V_{CEQ} en continu dans une enstatique.

Pour les courants continus les condensateurs se comportent comme des circuits ouverts.

Le schéma devient donc



on applique le théorème de Thévenin



maille ②

$$R_E I_C + V_{BE} + R_{Th} I_B - E_{Th} = 0$$

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

$$I_C (R_E + \frac{R_{Th}}{\beta}) = E_{Th} - V_{BE} \Rightarrow I_C = \frac{E_{Th} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{Th}}{\beta}}$$

$$I_C = \frac{3,49 - 0,7}{970 + \frac{7670}{160}} = 2,74 mA$$

$$I_{C0} = 2,74 mA$$

maille ③

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

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

$$= 15 - (3000 + 970) \cdot 2,74 \cdot 10^{-3}$$

$$V_{CE} = 4,12V$$

$V_{CE0} = V_{CEQ} = 4,12V$

La droite de charge statique est:

Au pt A. $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{15}{3970} = 3,7 mA$ c'est le pt de saturation

$I_{C0} = 2,74 < 3,7 mA$ donc le transistor n'est pas saturé

b) * $I_{B0} = \frac{I_{C0}}{\beta} = \frac{2,74 \text{ (mA)}}{160} = 17,1 \mu\text{A}$
 $I_{B0} = 17,1 \mu\text{A}$

* V_{C0} est le potentiel au pt C (collecteur)
 $V_C + R_C I_C = V_{CC} \Rightarrow V_C = V_{CC} - R_C I_C$
 $= 15 - 3000 \cdot 2,74 \cdot 10^{-3}$
 $V_{C0} = 6,78 \text{ V}$

* V_{E0} : potentiel au t'emetteur
 $V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_E = V_C - V_{CE}$
 $= 6,78 - 4,12$
 $V_{E0} = 2,66 \text{ V}$

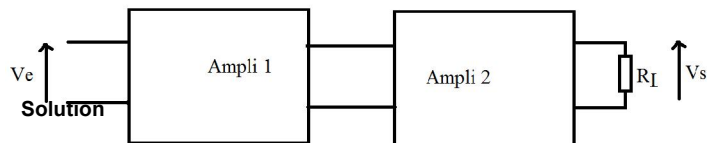
* V_{B0} : potentiel à la Base
 $V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = V_{BE} + V_E$
 $= 0,7 + 2,66$
 $V_{B0} = 3,36 \text{ V (1)}$

Exercice IV

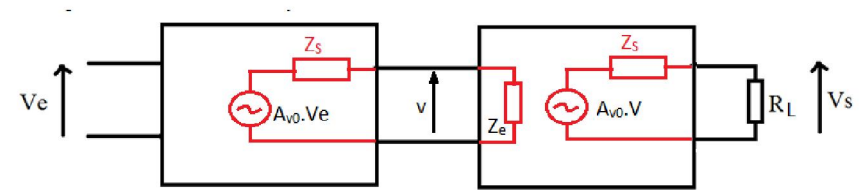
On considère un montage à deux amplificateurs montés en cascade comme le montre le schéma.

On suppose que les deux amplificateurs sont identiques et on donne : $Z_e = 2 \text{ K}\Omega$, $Z_s = 1 \text{ K}\Omega$, $A_{v0} = 20$ (A_{v0} est le gain à vide). $R_L = 2 \text{ K}\Omega$

Si V_e a une amplitude de 20 mV quelle est l'amplitude de V_s ? Expliquer et justifier votre réponse.



L'amplificateur peut être représenté par le schéma suivant :



A la sortie du premier amplificateur on a un diviseur de tension la relation entre V et la tension $A_{v0}V_e$ est :

$$V = \frac{Z_e}{Z_e + Z_s} A_{v0} \cdot V_e \quad V = \frac{2}{2 + 1} 20 \cdot 20$$

Donc $V = 266 \text{ mV}$

De même à la sortie du deuxième amplificateur on :

$$V_s = \frac{Z_L}{Z_L + Z_s} A_{v0} \cdot V \quad V_s = \frac{2}{2 + 1} 20 \cdot 266$$

$V_s = 3546 \text{ mV}$

$V_s = 3,55 \text{ V}$