

TD d'électronique analogique **Série N°:2** **Transistors bipolaires et applications**

EX_1 Montage émetteur commun

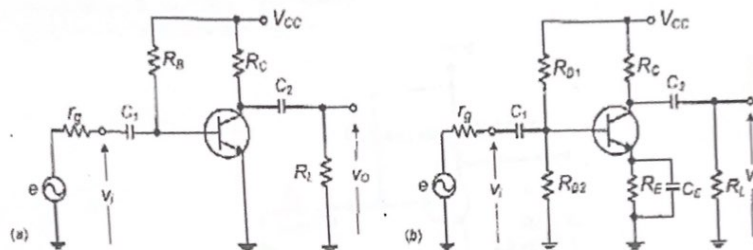


Figure 9-3. Montages EC (NPN). a- Polarisation par résistance de base, b- Polarisation par pont diviseur.

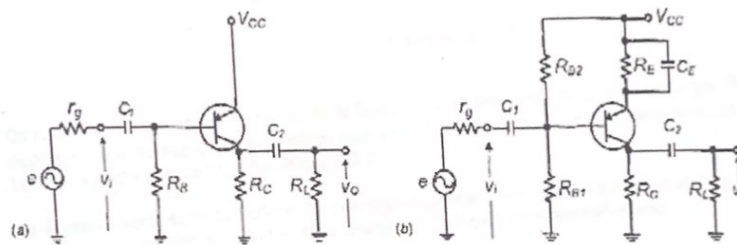
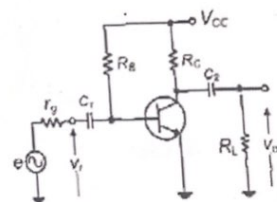


Figure 9-4. Montages EC (PNP). a- Polarisation par résistance de base, b- Polarisation par pont diviseur.

Considère le montage suivant



a- Montage EC polarisé par résistance de base.

1. Ecrire le montage équivalent en régime dynamique
2. Déterminer l'impédance d'entrée du transistor

3. Déterminer l'impédance d'entrée du montage

4. Calculer le gain en tension

Exemple

On considère le circuit de la figure 9-11. Le transistor utilisé a un $\beta = 100$, un $h_{22} \approx 0$ et un $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$. La température ambiante $\theta = 27^\circ \text{C}$. Calculer le gain en tension du montage dans les deux cas suivants :

- a- en l'absence de la charge R_L (k ouvert),
 - b- en présence de la charge R_L (k fermé).
- Commenter les résultats obtenus.

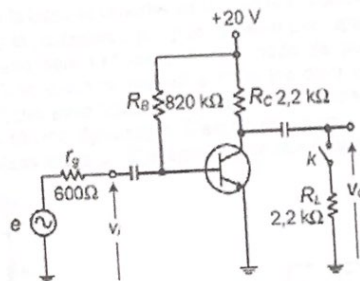


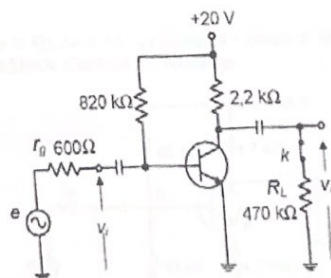
Figure 9-11.

On considère à nouveau le montage de la figure 9-11 en présence de la même charge R_L . On relie le montage à une source de tension alternative e qui délivre, à vide, un signal sinusoïdal de $10 \text{ mVsin}\omega t$. La source a une impédance interne $r_g = 600 \Omega$.

- a- Représenter le schéma complet de montage en présence de la source et de la charge R_L .
- b- Calculer la tension aux bornes de la charge R_L . Commenter le résultat obtenu.

5. Déterminer l'impédance de sortie du transistor

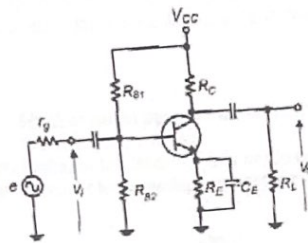
Figure 9-12.



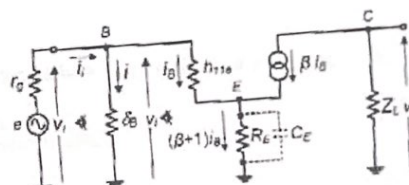
On considère à nouveau le montage amplificateur de la figure 9-12 sans la charge R_L . Donner le schéma représentatif du montage. Reporter sur ce schéma les valeurs de l'impédance d'entrée, du gain en tension, de l'impédance de sortie ainsi que les formes d'onde des signaux à l'entrée et à la sortie.

Montage à émetteur commun polarisé par pont diviseur

On considère le montage de la figure 9-15a où le transistor est polarisé par pont diviseur. Bien que l'émetteur ne soit pas relié directement à la masse, le transistor est monté en émetteur commun, puisque l'attaque se fait par la base et la sortie se fait par le collecteur. On connaît, en régime statique, les avantages que présente la polarisation par pont diviseur par rapport à la polarisation par résistance de base. Reste à voir quelle sera l'influence de ce mode de polarisation sur les caractéristiques dynamiques du montage. Une étude comparative entre les deux montages sera effectuée pour voir comment on peut tirer profit des avantages de l'un comme de l'autre. La figure 9-15b présente le circuit équivalent du montage en régime dynamique. C'est un circuit pour lequel on a posé $\delta_B = R_{B1} \parallel R_{B2}$ et $Z_L = R_C \parallel R_L$. On se place dans le cas où Z_L est plus faible que l'impédance h_{22}^{-1} .



a- Montage à émetteur commun polarisé par pont diviseur.



b- Schéma équivalent en régime dynamique.

Figure 9-15.

1. Déterminer l'impédance d'entrée du transistor
2. Déterminer l'impédance d'entrée du montage

On considère le montage de la figure 9-16. Le transistor utilisé a un $\beta = 100$ et un $V_{BE} = 0,7$ V. On prend $\theta = 27^\circ \text{C}$. Déterminer l'impédance d'entrée du montage.

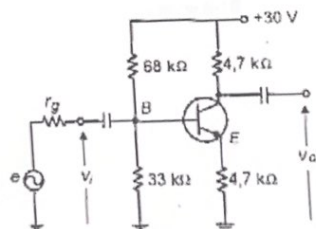


Figure 9-16.

3. Calculer le gain en tension
4. Comparer le gain avec celui du montage précédent

Découplage de l'émetteur

Il est possible de résoudre le dilemme énoncé par la mise en place d'une capacité C_E , dite *capacité de découplage*, en parallèle avec la résistance R_E . Cette capacité ne joue aucun rôle en régime continu puisque son impédance est infinie. La stabilité du montage n'est donc pas affectée. Par contre en régime dynamique, la capacité C_E est capable de neutraliser l'effet de la résistance R_E sur le gain en tension. C'est le problème du découplage de l'émetteur qu'on se propose d'étudier.

5. Déterminer la valeur de la capacité de découplage pour avoir le même gain
6. Quelle est l'influence du découplage sur l'impédance d'entrée
7. Déterminer l'impédance de sortie.

On considère les deux circuits a et b de la figure 9-18. Les transistors utilisés ont un $\beta = 100$, un $h_{22} \approx 0$. On donne $\theta = 27^\circ\text{C}$. On négligera la tension V_{BE} . On applique à l'entrée des deux circuits le même signal sinusoïdal $v_i = 50 \text{ mV} \sin \omega t$ à la fréquence $f = 10 \text{ kHz}$.

- 1°. Montrer qu'on peut choisir la même capacité de découplage C_E pour les deux montages. Déterminer sa valeur.
- 2°. Calculer les tensions à la sortie des deux circuits.
- 3°. Calculer les impédances d'entrée et de sortie des deux circuits.

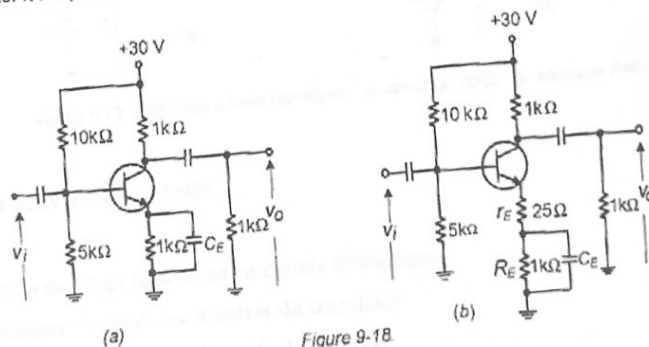


Figure 9-18

EX_2

Le montage à base commune

Contrairement au montage à émetteur commun, le montage à base commune a un gain en tension positif, c'est-à-dire qu'il n'inverse pas la phase des signaux qui lui sont appliqués. Son utilisation est assez délicate à cause de son impédance d'entrée qui est trop faible, de quelques Ohms à quelques dizaines d'Ohms. C'est un montage qui ne peut être adapté qu'à des sources de tension ayant des impédances internes très faibles comme c'est le cas des générateurs haute-fréquence.

Dans un montage à base commune, le signal d'entrée est appliqué au niveau de l'émetteur et le signal de sortie est recueilli sur le collecteur. La base, une fois découplée, constitue la borne commune à l'entrée et la sortie. Les figures 9-19a et 9-19b représentent deux montages amplificateurs à base commune. Le premier, utilise un transistor *NPN* et le second, un transistor *PNP*. Ces montages utilisent la polarisation par pont diviseur. Le découplage de la base des transistors est assuré par la capacité C_B .

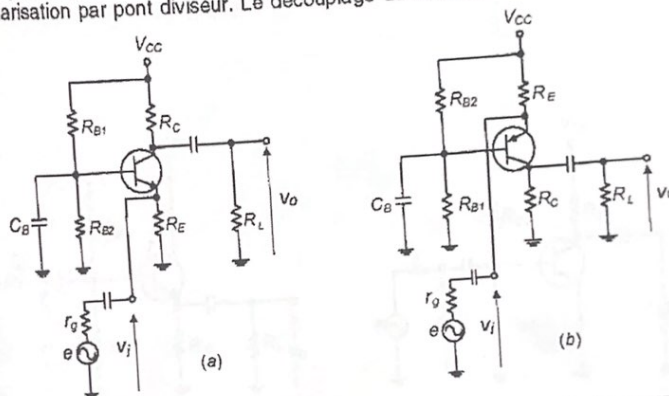


Figure 9-19. Montages à base commune. a- Montage NPN. b- Montage PNP.

Cas où la base est découplée.

1. Ecrire le montage équivalent en régime dynamique
2. Déterminer l'impédance d'entrée du transistor
3. Déterminer l'impédance d'entrée du montage
4. Calculer le gain en tension
5. Quelle est la condition du découplage. Comparer avec le montage émetteur commun

Exemple

Un générateur haute-fréquence, d'impédance interne négligeable, délivre un signal $e = 10 \text{ mV} \sin \omega t$ à la fréquence de 10 MHz. On désire amplifier ce signal de manière à obtenir un signal $v_o = +2 \text{ V} \sin \omega t$. On dispose d'un transistor NPN qui a un $\beta = 200$. Définir le montage qui permet d'obtenir ce résultat. On donne $\theta = 27^\circ \text{C}$.

EX_3

Le montage à collecteur commun ou à émetteur suiveur

La figure 9-28 présente les montages NPN et PNP de transistors montés en collecteur commun. Dans ces montages, l'attaque se fait par la base et le signal de sortie est recueilli sur l'émetteur. La figure 9-28c donne le circuit équivalent en régime dynamique, valable pour les deux montages. C'est un circuit pour lequel on a posé $\delta_B = R_2 // R_1$, et $Z_L = R_E // R_L$.

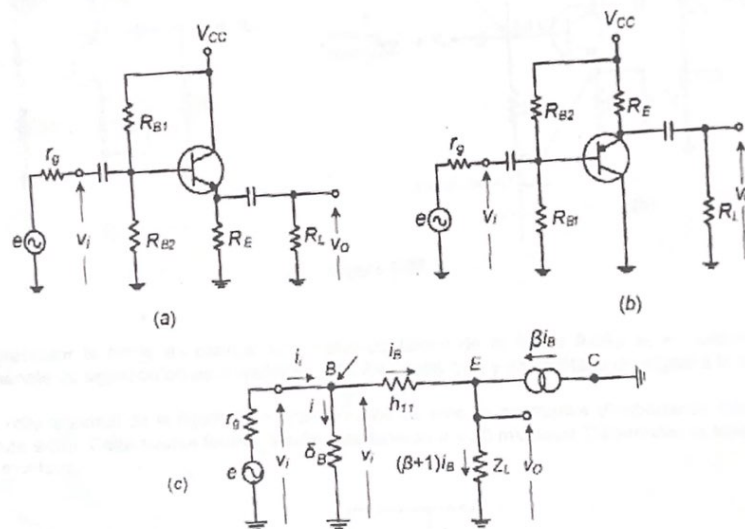


Figure 9-28 Les montages à collecteur commun. a- Montage NPN, b- montage PNP, c- Circuit équivalent.

1. Déterminer l'impédance d'entrée du transistor
2. Déterminer l'impédance d'entrée du montage
3. Calculer le gain en tension
4. Quelle est la condition du découplage. Comparer avec le montage émetteur commun

EX_4

Le transistor de la figure 9-35a a un $\beta = 100$ et présente une chute de tension $V_{BE} = 0,8 \text{ V}$. On applique à l'entrée du montage un signal sinusoïdal $v_i = 20 \text{ mVsin}\omega t$ à la fréquence $f = 1 \text{ kHz}$. A cette fréquence, les capacités de liaison ont des impédances négligeables. On donne $\theta = 27^\circ \text{C}$.

- 1°. Calculer les tensions continues aux différents points du montage.
- 2°. Calculer la capacité C_E qui permet de découpler efficacement l'émetteur du transistor.
- 3°. L'émetteur étant découplée, calculer le gain en tension du montage et représenter les signaux en amplitude et en phase aux différents points du montage.

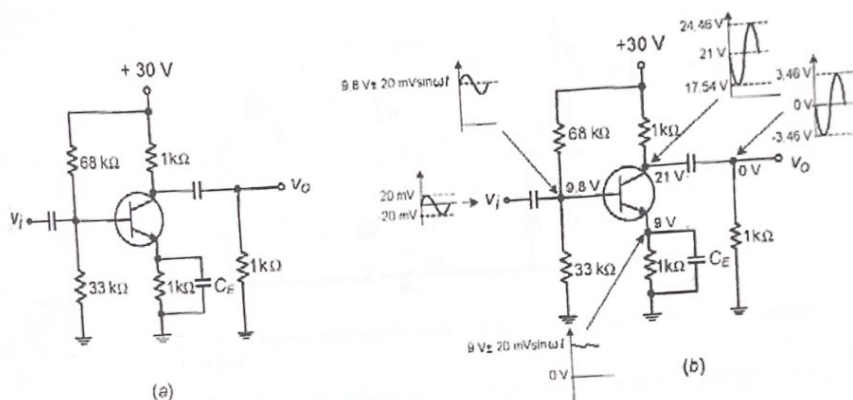


Figure 9-35

Représenter la droite de charge dynamique du circuit de la figure 9-35a et en déduire l'amplitude maximale du signal qu'on peut appliquer à l'entrée sans qu'il y ait écrêtage du signal à la sortie.

On relie le circuit de la figure 9-35 à une source de tension alternative d'impédance interne $r_g = 2 \text{ k}\Omega$ (figure 9-36). Cette source fournit, à vide, une tension $e = 20 \text{ mVsin}\omega t$. Déterminer la tension à la sortie du montage.

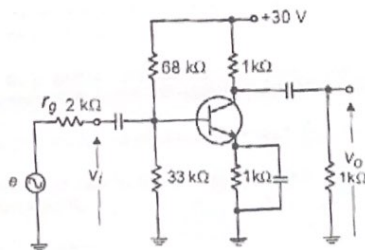
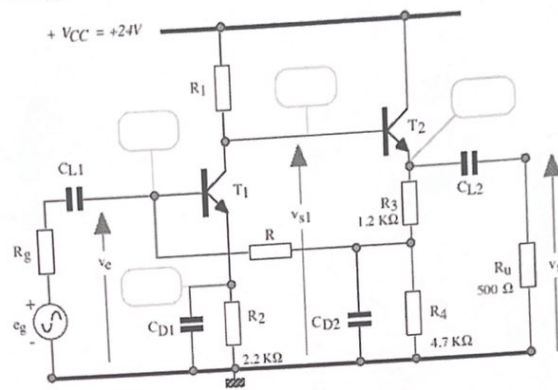


Figure 9-36.

EX_5

ASSOCIATION EMETTEUR COMMUN-COLLECTEUR COMMUN

On considère le montage amplificateur suivant qui utilise à 25 °C, deux transistors : T_1 et T_2 (NPN) tels que :
 $\beta_1 = 200$, $\beta_2 = 100$ et les résistances internes r_{se} élevées, seront négligées.



- 1) Les courants de repos de collecteur des transistors T_1 et T_2 sont respectivement : $I_{C1} = 1.7 \text{ mA}$ et $I_{C2} = 2 \text{ mA}$.
 - a) En négligeant les courants de base, indiquer sur le schéma la valeur des tensions remarquables par rapport à la masse.
 - b) En déduire la valeur à donner aux résistances R et R_1 .

On étudie maintenant les performances du montage en régime sinusoïdal petites variations et fréquences moyennes. Au lieu de dessiner le schéma équivalent du montage complet, il est plus pratique de procéder par étapes, c'est-à-dire d'analyser chaque étage séparément.

- 2) Dessiner **uniquement** le schéma équivalent aux petites variations et aux fréquences moyennes de l'étage T_2 .
- 3) Calculer l'expression de la résistance d'entrée R_{e2} de l'étage T_2 ainsi que son gain en tension. Faire les applications numériques.
- 4) Compte tenu de la question précédente, en utilisant la résistance R_{e2} , dessiner le schéma équivalent aux petites variations et aux fréquences moyennes de l'étage T_1 .
- 5) Déterminer l'expression du gain en tension du 1^{er} étage. Faire l'application numérique.
- 6) Donner l'expression et calculer la résistance de sortie R_s du montage complet. Faire le schéma qui permet de déterminer R_s .