

CONTRÔLE D'ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE

Documents autorisés : polycopié de cours - Durée : 2 h

Le but de ce problème est d'étudier et de comparer les caractéristiques dynamiques d'amplificateurs à transistors de type source commune et émetteur commun. Les trois parties sont indépendantes. On prendra les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}\beta &= 150 \\ R_C &= 1.5 \text{ k}\Omega \\ R_E &= 500 \text{ }\Omega\end{aligned}$$

1 Etude d'un montage émetteur commun

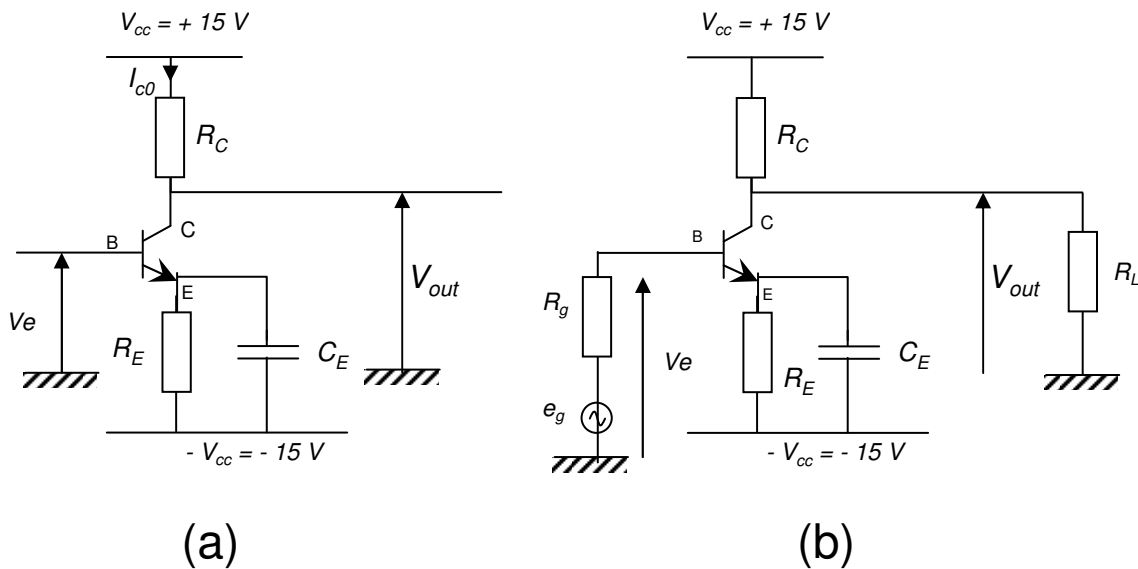


FIG. 1 – Montage émetteur commun (partie 1) : (a) à vide ; (b) : en charge.

On considère le montage de la figure 1(a). On ne s'intéresse pas au circuit de polarisation : on supposera donc qu'un circuit externe (non représenté ici) polarise ce montage, et on admettra que $I_{C0} = 10 \text{ mA}$.

1. Déterminer la tension de repos V_{CE0} . Dans quel état est le transistor ?
2. Déterminer le schéma petits signaux dans la bande passante.
3. Donner l'expression et la valeur (à température ambiante) de la résistance r_{be} .
4. Déterminer l'impédance d'entrée Z_e du montage (on suppose que le circuit de polarisation - non décrit dans ce problème - ne perturbe pas cette impédance). Faire l'application numérique.
5. Déterminer l'impédance de sortie Z_{out} du montage. Faire l'application numérique.

6. Déterminer le gain à vide, noté A_v du montage. Faire l'application numérique.
 7. En déduire le schéma équivalent (dans la bande passante) de cet amplificateur en fonction de Z_e , Z_{out} et A_v .
- On connecte en entrée un générateur caractérisé par une impédance interne $R_g = 5\text{ k}\Omega$, et on charge le montage sur une impédance de $R_L = 50\text{ k}\Omega$.*
8. Déterminer les rapports V_e/e_g et V_{out}/V_e (en charge). On fera les applications numériques correspondantes.
 9. En déduire le gain réel du montage : $A = V_{out}/e_g$.
 10. Quel est ou quels sont le(s) problème(s) lié(s) à ce montage ?

2 Etude d'un montage "type Darlington"

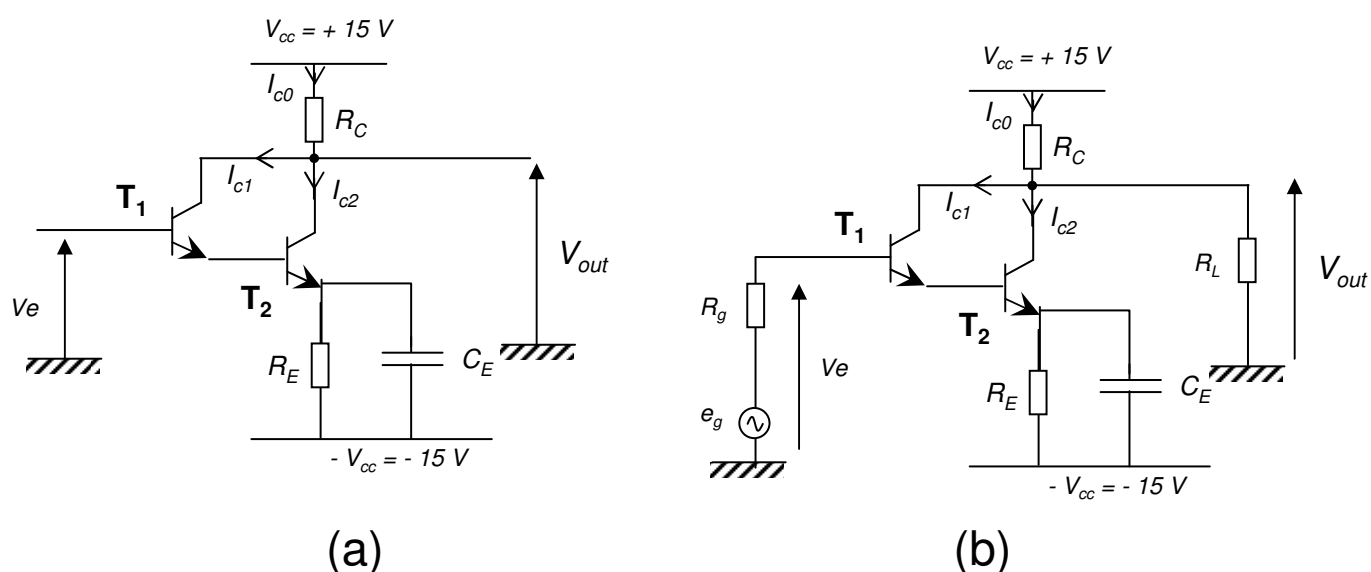


FIG. 2 – Montage émetteur commun type "Darlington" (partie 2).

Pour remédier au(x) problème(s) précédent(s), on propose le montage de la figure 2(a). On suppose toujours que $I_{C0} = 10\text{ mA}$ (circuit de polarisation non représenté et ne perturbant pas le montage). On repèrera toutes les grandeurs du transistor 1 (resp. 2) par l'indice "1" (resp. "2").

1. Déterminer le schéma petits signaux dans la bande passante.
2. Donner le lien entre I_{c1} (courant collecteur du transistor 1) et i_{b2} (courant de base du transistor 2).
3. En déduire le lien entre I_{c1} , I_{c2} et β .
4. Que vaut la somme $I_{c1} + I_{c2}$? Simplifier alors cette expression en supposant $\beta \gg 1$.
5. Donner les expressions des résistances r_{be1} et r_{be2} en fonction des courants de polarisation I_{c1} et I_{c2} , puis en fonction de I_{c0} .
6. Montrer alors que : $r_{be2} = r_{be}$ et $r_{be1} = \beta r_{be}$, où r_{be} désigne la résistance dynamique du montage émetteur commun de la partie 1.
7. Déterminer l'expression de l'impédance d'entrée Z'_e du montage en fonction de r_{be} (en supposant que le circuit de polarisation non décrit ici ne perturbe pas ce montage). Faire l'application numérique.

8. Déterminer l'impédance de sortie Z'_{out} du montage. Faire l'application numérique.
9. Déterminer le gain à vide, noté A'_v du montage. Faire l'application numérique.

On connecte en entrée le générateur de la partie 1, caractérisé par une impédance interne de $R_g = 5\text{ k}\Omega$, et on charge le montage sur une impédance de $R_L = 50\text{ k}\Omega$ (figure 2(b)).

10. Déterminer les rapports V_e/e_g et V_{out}/V_e . On fera les applications numériques.
11. En déduire le gain réel du montage : $A' = V_{out}/e_g$.
12. Conclure.

3 Comparaison avec un montage à JFET

On souhaite étudier un montage à JFET de type source commune. Le transistor JFET utilisé est un JFET canal N. On supposera qu'un circuit approprié (et non représenté sur la figure) permet d'obtenir un point de polarisation tel que $I_{DS} = 10\text{ mA}$. Pour les applications numériques, on prendra une transconductance $g_m = 10\text{ mS}$. On considère le montage à vide (figure 3(a)).

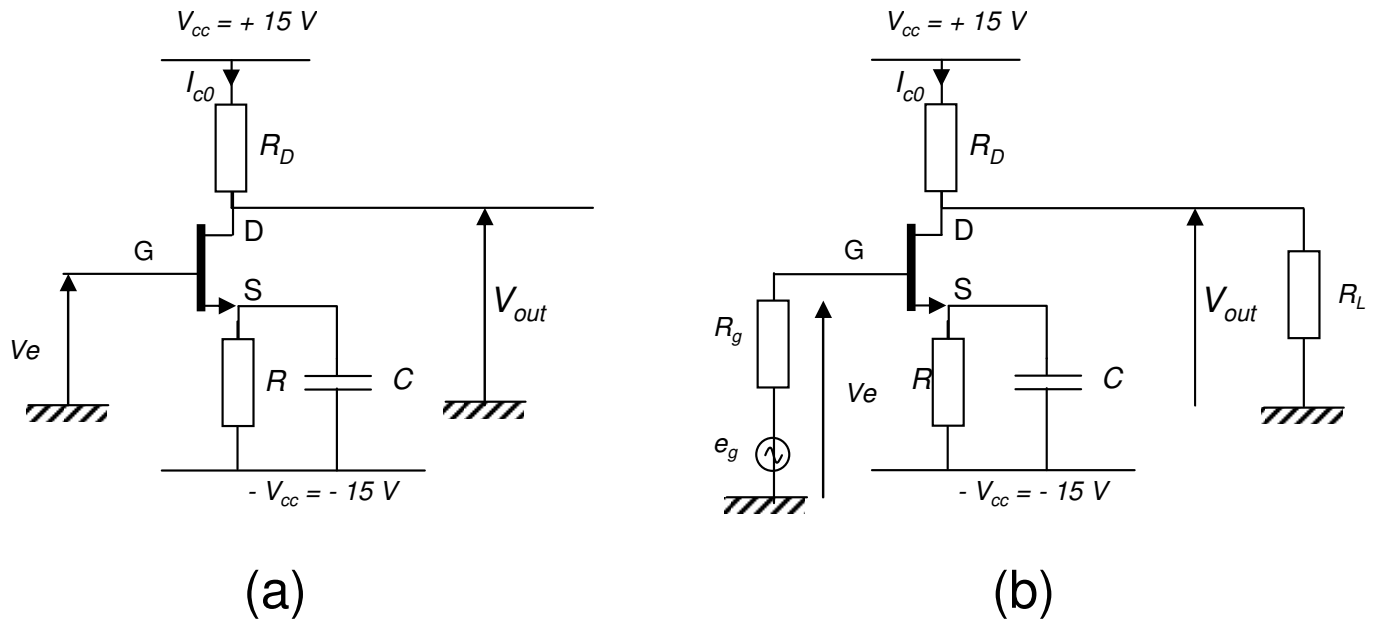


FIG. 3 – Montage de type source commune : (a) : à vide ; (b) : en charge.

1. Déterminer le schéma petits signaux équivalent au montage dans la bande passante. On ne prendra pas en compte la résistance r_{DS} (résistance de fuite de la source de courant).
2. Déterminer l'impédance d'entrée Z_{in} . Faire l'application numérique.
3. Déterminer l'impédance de sortie Z_{out} .
4. Déterminer le gain à vide $G_0 = V_{out}/V_e$.
5. Que vaut ce gain si on prend une résistance $R_D = R_C$? Quelle en est la raison essentielle ?
6. Afin de retrouver un gain analogue au gain de la partie 2 ($A'_v = 200$), quelle valeur faut-il donner à R_D ?
7. Quel est alors l'inconvénient de cette valeur pour l'amplificateur ?

On considère le montage en charge : on connecte un générateur e_g d'impédance interne de $R_g = 5\text{ k}\Omega$, et on charge le montage sur une impédance de $R_L = 50\text{ k}\Omega$ (figure 3(b)).

8. Déterminer alors le gain en charge $G = V_{out}/e_g$ en fonction de G_0 .
9. Faire l'application numérique.
10. Où se situe(nt) le(s) problème(s) de ce montage?

FIN DU PROBLÈME