

3 -TRANSISTOR BIPOLAIRE

Caractéristique - Polarisation - Prémplification

1.Tracé de la caractéristique $I_C - V_{CE}$ du transistor

La compréhension du transistor dans ses différents régimes de fonctionnement passe par l'étude de la relation entre les grandeurs de sortie (la tension collecteur V_{CE} et le courant collecteur I_C) pour un courant d'attaque donné sur la base (que nous noterons I_B).

Le relevé point par point de cette caractéristique étant un peu fastidieux, nous proposons de la visualiser sur l'écran d'un oscilloscope, puis de reporter à la main sur papier millimétré, l'allure de quelques caractéristiques correspondant à différentes valeurs de I_B . On appelle cet ensemble de courbe un réseau de caractéristiques.

Voici le montage permettant cette étude:

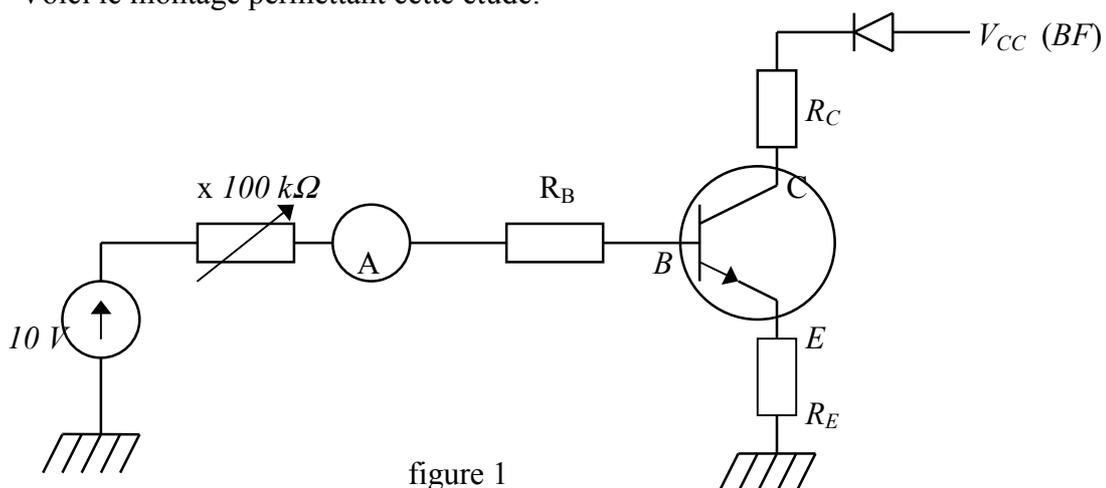


figure 1

1.1.Analyse du montage

La partie gauche du montage (alimentation continue + 10V et résistance variable de 500 kΩ) correspond à la réalisation d'un générateur de courant de base réglable. Le rôle de la résistance $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ est de limiter le courant de base à une valeur maximale au-delà de laquelle on risque de détruire le transistor.

La partie droite du montage (générateur basse - fréquence (BF), diode, résistances R_C et R_E et transistor) permet de faire varier la tension V_{CE} et de mesurer le courant collecteur I_C correspondant. On utilise comme alimentation un générateur BF réglé sur une fréquence suffisamment élevée afin de visualiser la courbe $I_C = f(V_{CE})$ par persistance des impressions lumineuses. Choisissez par exemple 50 ou 100 Hz.

Si on veut garder un montage simple, on est obligé, pour des raisons de masse commune au BF et à l'oscilloscope, de tricher un peu. D'une part en mesurant le courant I_E (qui est très voisin de I_C), via la tension V_E , et d'autre part en mesurant la tension V_C que l'on peut pratiquement identifier à V_{CE} , si la tension V_E reste faible devant V_{CE} . Ceci est réalisé en prenant une petite résistance d'émetteur (10Ω).

La résistance R_C a pour raison d'être, de limiter le courant collecteur à des valeurs inférieures aux valeurs limites de destruction du transistor. Pour un transistor petits signaux la puissance limite étant d'environ 1 W , pour une tension V_{CEmax} de 10 V cela donne une intensité maximale $I_{Cmax} = P_{max} / V_{max} = 100 \text{ mA}$ et une résistance $R_{Cmin} = 100 \Omega$. Donc, en prenant une résistance 10 fois supérieure ($R_C = 1 \text{ k} \Omega$) on est largement dans le domaine de tolérance en puissance dissipée admise par ce composant.

Enfin, la diode permet de bloquer le courant pour les valeurs négatives de la tension qui pourrait détériorer la jonction base - émetteur (tension Zener).

1.2.Manipulation

- " Câbler le montage suivant le schéma de la figure 1.
- " Visualiser les tensions V_E et V_C à l'oscilloscope, puis se placer en mode XY .
- " Relever alors pour plusieurs valeurs de I_B , la caractéristique courant - tension ($I_C - V_{CE}$).
- " En déduire une valeur de β , le gain en courant. Précision ? (on pourra procéder graphiquement ou numériquement par moindres - carrés par exemple).

2.Technique de polarisation du transistor

Nous avons déjà débattu sur la nécessité de polariser un transistor. Dans ce paragraphe vous allez mettre en évidence l'apparition de problèmes pratiques liés à la polarisation du transistor.

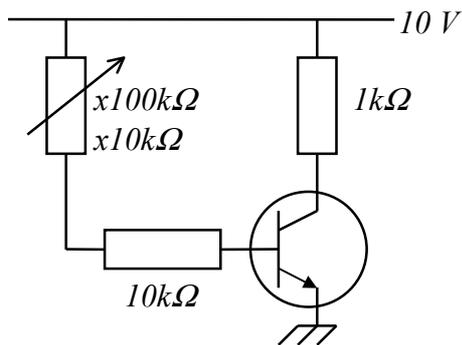
Avant toute chose il nous faut fixer le point de fonctionnement en continu du transistor. Nous choisirons ici ce point au milieu de la droite de charge : c'est ce qu'on appelle l'amplification en classe A.

2.1.Point de fonctionnement en continu

L'utilisation en alternatif du transistor suppose une excursion en courant et en tension autour d'un point fixe appelé point de fonctionnement. On règle ce point dans le diagramme $I_C - V_{CE}$ à l'aide d'une alimentation continue ; on dit que l'on polarise le transistor.

Nous ne considérerons ici que le montage émetteur commun (émetteur à la masse), mais cette étude reste valable pour d'autres montages, le but étant dans tous les cas de régler le point de fonctionnement en utilisant qu'une seule alimentation.

Polarisation par courant de base



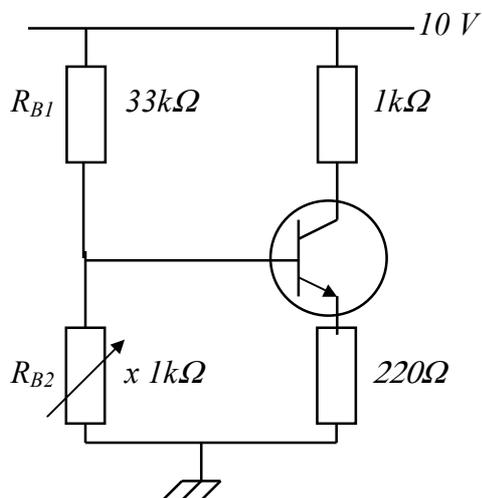
C'est le montage le plus simple, on ajuste le courant de base à l'aide d'une résistance variable de façon à placer le point de fonctionnement au milieu de la droite de charge ($V_{CE} = V_{cc} / 2$). On retrouve ici le transistor en amplificateur de courant étudié en cours et nous allons vérifier la forte dérive en température de ce montage (dépendance de β avec la température).

Manipulations :

1. Câbler le montage et ajuster la résistance de base jusqu'à obtenir une tension V_{CE} moitié de la tension d'alimentation.
2. Mesurez I_C et β .
3. On veut étudier à présent la dérive du point de fonctionnement avec la température. Oter le boîtier en plastique, puis approcher délicatement une ampoule de 100 W directement sur le transistor (à 1 cm environ), et observer l'évolution de la tension V_{CE} .

Qu'en concluez-vous sur les conséquences d'un tel comportement ?

Polarisation par tension sur la base



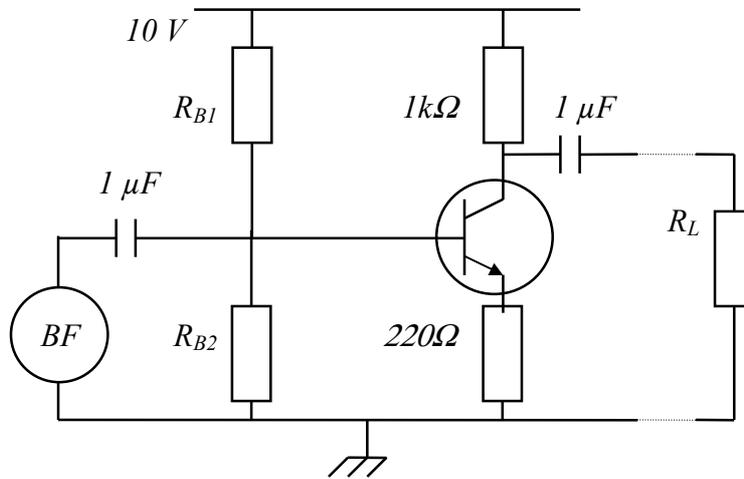
On vient de voir qu'une augmentation de température entraîne une évolution de la valeur de β ce qui provoque un déplacement d'ensemble des caractéristiques $I_C = f(V_{CE})$ et donc du point de fonctionnement. Le circuit de polarisation devrait pouvoir compenser cette augmentation de β par une diminution de I_B afin de stabiliser la position du point de fonctionnement et rendre le fonctionnement moins dépendant des variations de températures aléatoires.

C'est le cas du montage ci-contre qui conserve cependant l'appellation de montage émetteur commun malgré la résistance $R_E = 220\ \Omega$.

Manipulations :

1. Câbler le montage et régler le pont diviseur de tension pour que le point de fonctionnement soit au milieu de la droite de charge.
2. Mesurez la valeur de I_C et β .
3. Reprendre l'étude sur l'influence de la température. Conclusions ?

3. Etude en régime variable - Préamplification

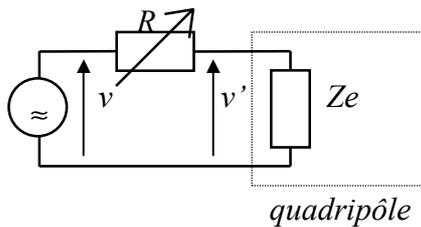


Le transistor est polarisée par tension sur la base. On applique un signal alternatif sur sa base à travers un condensateur fonctionnant comme un court-circuit pour l'alternatif et comme un coupe-circuit pour le continu.

Quel est le rôle des condensateurs de ce circuit ?

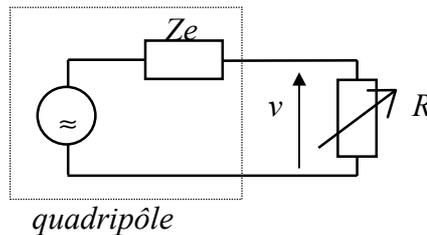
Manipulations :

1. Câbler le montage et vérifier que le signal de sortie sur le collecteur est bien déphasé de 180° .
2. Mesurer le gain à vide $G_\infty = v_s / v_e$ c'est-à-dire lorsque $R_L = \infty$.
Comparer avec la valeur théorique $G_\infty = -R_C / R_E$
Que devient le gain si $R_L = 1k\Omega$?
3. Mesurer les impédances d'entrée et de sortie suivant les deux montages de principe suivants :



mesure de l'impédance d'entrée

si $R = 0$ vous mesurez $v' = v$
si $R = Ze$ vous mesurez $v' = v/2$



mesure de l'impédance de sortie

si $R = \infty$ vous mesurez v
si $R = Ze$ vous mesurez $v' = v/2$

D'après la valeur théorique : $Z_e \approx R_{B1} // R_{B2} // h_{11}$, déduire la valeur de h_{11} (dans votre cours $h_{11} = \beta_{RD}$). Discutez la valeur de Z_S

N.B. Vérifiez bien qu'il n'y a ni distorsion ni saturation des signaux v_e et v_s .