

### 3. TRANSISTOR EN EMETTEUR COMMUN

Vous allez étudier le fonctionnement d'un étage amplificateur construit autour d'un transistor de faible puissance attaqué par un générateur de signaux sinusoïdaux. Cette étude doit être effectuée en deux temps :

#### 1) Régime statique (Polarisation)

La polarisation permet de fixer le point de fonctionnement (ou point de repos) du montage et de le stabiliser en température. Les tensions et courants du régime statique sont continus et les grandeurs et indices correspondants seront notés en majuscules.

#### 2) Régime dynamique (Amplification)

Il correspond à la superposition d'un signal sinusoïdal aux grandeurs continues de repos. Les variations correspondantes seront représentées par des lettres et des indices minuscules.

#### 1) REGIME STATIQUE - POLARISATION

##### 1.1) Polarisation par résistance de base

Soit le montage de la figure 5 : la tension délivrée par la source d'alimentation continue vaut  $U_{CC} = 12 \text{ V}$ .  $R_B$  et  $R_C$  permettent de fixer le point de repos du montage. T est un transistor NPN de type 2N2222 dont les caractéristiques sont données en annexe. Le point de repos est choisi de telle sorte que :  $I_C = 10 \text{ mA}$  et  $U_{CE} = U_{CC}/2$

- Déterminez sur le réseau de caractéristiques les valeurs de  $I_B$  et  $U_{BE}$  correspondantes ; déduisez-en  $\beta = I_C/I_B$  et comparez avec les caractéristiques statiques générales.
- Calculez  $R_C$  et  $R_B$ .
- Donnez l'équation de la droite d'attaque statique et de la droite de charge statique.
- Tracez la droite de charge statique dans le réseau des caractéristiques de sortie. Vérifiez que la position du point de fonctionnement correspond au choix effectué.
- Exprimez  $I_C$  en fonction de  $U_{CC}$ ,  $V_{BE}$ ,  $R_B$  et  $\beta$ . Expliquez les inconvénients de ce montage.

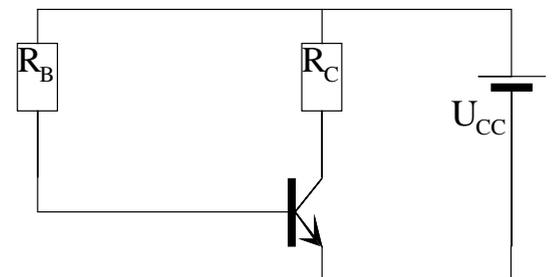


Figure 5 : Circuit de polarisation simple.

##### 1.2) Polarisation par pont de base et résistance d'émetteur

Les courants de fuite du transistor et le paramètre  $\beta$  dépendent de la température. Une variation de celle-ci entraîne donc un déplacement du point de repos ce qui peut modifier le gain du montage et la forme du signal en régime dynamique. Le montage de la figure 6 permet d'améliorer l'immunité du montage aux variations de température.

Le point de repos est choisi identique au précédent :  $I_C = 10 \text{ mA}$ ,  $U_{CE} = U_{CC}/2$  et les conditions suivantes sont imposées :  $R_E = R_C/4$  et  $I_P = 10 I_B$

- Calculez  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  et  $R_E$ .
- Donnez les équations des droites d'attaques et de charge statiques et tracez-les dans le graphe des caractéristiques du transistor.
- Précisez le point de repos à l'entrée ( $I_B$ ,  $U_{BE}$ ). Précisez le point de repos en sortie ( $I_C$ ,  $U_{CE}$ )
- Calculez  $P_A$  la puissance absorbée par le montage.

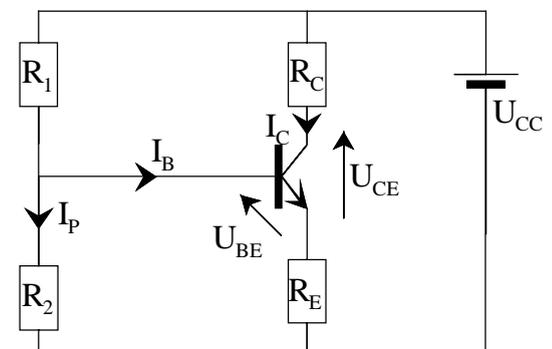


Figure 6 : Polarisation par pont de base.

## 2) REGIME DYNAMIQUE - AMPLIFICATION

La figure 7 représente la structure d'un étage amplificateur. Un signal sinusoïdal délivré par le générateur de fem  $e_g = E_m \sin(\omega t)$  est appliqué à l'entrée. L'étude d'un tel étage en régime dynamique peut être complexe. Diverses approximations sont possibles, selon le domaine des fréquences étudiées.

Trois domaines de fonctionnement sont distingués:

1. la zone des fréquences basses, de quelques Hz à quelques dizaines de Hz : les réactances  $1/C\omega$  des capacités de liaison  $C_1$  et  $C_2$  et de la capacité de découplage  $C_E$  doivent être prises en compte.
2. la zone des fréquences intermédiaires de quelques dizaines de Hz à quelques kHz : les capacités  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_E$  peuvent être remplacées par des courts-circuits.
3. la zone des hautes fréquences : il faut alors tenir compte des capacités des jonctions du transistor. Nous limiterons l'étude aux fréquences intermédiaires.

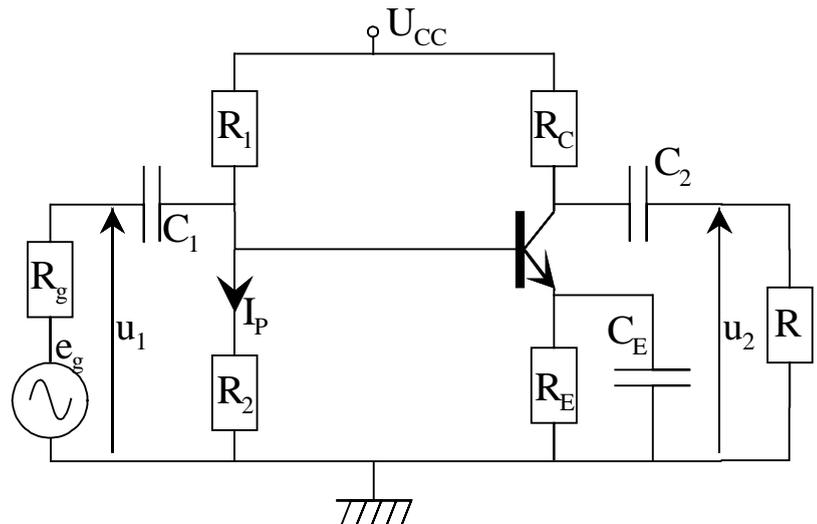


Figure 7 : Circuit d'amplification complet.

### 2.1) Schéma équivalent du montage en régime dynamique :

- a. Déterminez sur les réseaux de caractéristiques du transistor, les valeurs de  $h_{11e}$ ,  $h_{21e}$  et  $h_{22e}$ . Comparez avec les valeurs données dans les caractéristiques dynamiques générales du transistor 2N2222.
- b. Etablissez le schéma équivalent du montage pour les petits signaux. A quelles conditions  $h_{22e}$  et  $h_{12e}$  sont-ils négligeables ?

### 2.2) Amplification en tension - Impédance d'entrée et de sortie

- a. Donnez l'expression de l'amplification en tension de l'étage.
- b. Déterminez l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie de l'étage.
- c. Discutez des résultats obtenus.

### 2.3) Droite de charge dynamique. Amplification classe A

- a. Montrez que, du "côté sortie", le point de fonctionnement en alternatif décrit autour du point de repos un segment de droite dont la pente diffère de celle de la droite de charge statique.
- b. Donnez l'équation de la droite de charge dynamique et placez-la sur la caractéristique. Quelle est l'amplitude maximale du signal de sortie (Amplification classe A : ni blocage, ni saturation) ?
- c. Sans charge ( $R = 0$ ), précisez une nouvelle position du point de repos permettant d'obtenir en sortie l'amplitude maximale du signal.
- d. Que vaut alors le rendement énergétique d'un tel étage ?
- e. Comment est modifiée la droite de charge dynamique si une charge  $R$  est connectée à la sortie ?

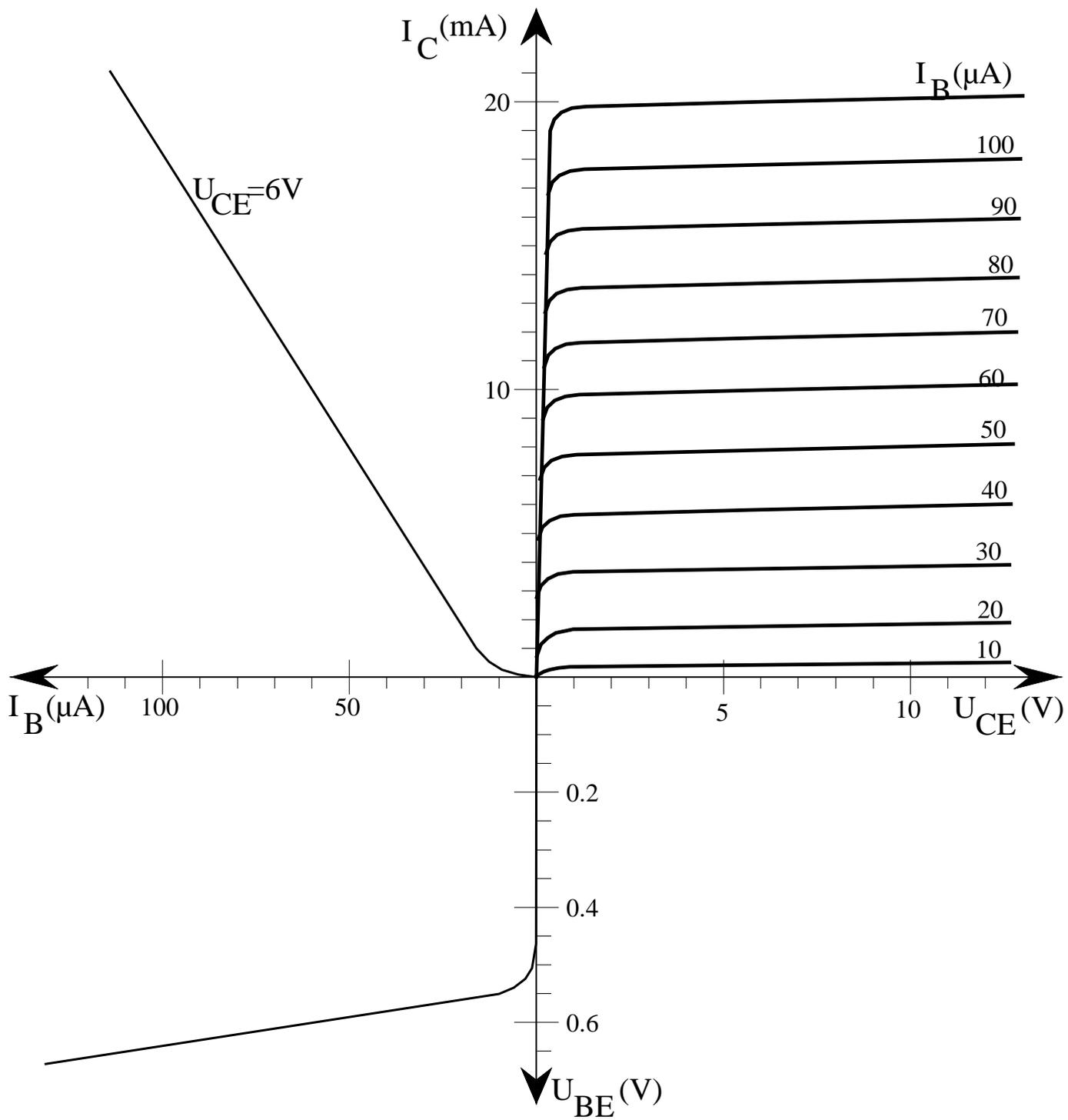


Figure 8