

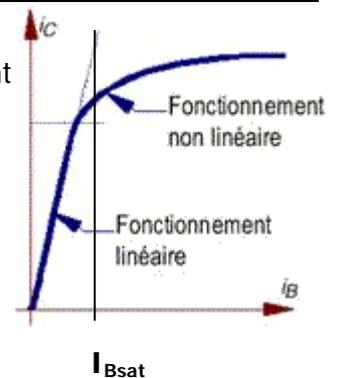
## montages de polarisation pour le transistor bipolaire.

● **Buts du TP** : le but de ce TP est l'étude de deux montages de polarisation pour le « transistor bipolaire » :

- on commence par mesurer le  $\beta$  du transistor utilisé, ainsi que la valeur minimale de saturation du courant de base.
- on poursuit avec l'étude de deux montages de polarisation du transistor NPN 1711.
- on finit avec des calculs de puissances à l'entrée et à la sortie du transistor.

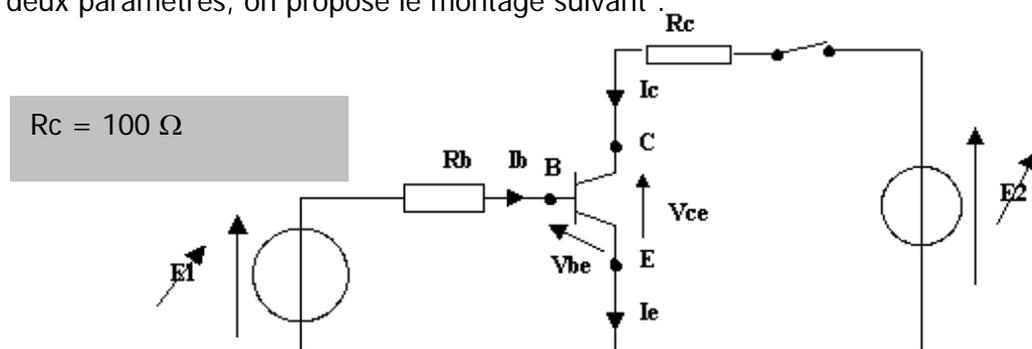
### 1°) - présentation du transistor bipolaire.

Le transistor utilisé est un NPN1711 dont le constructeur indique :  $100 < \beta < 200$ . On aimerait avoir une meilleure précision sur ce chiffre, ainsi que la valeur du courant de base  $I_B$  qui définit la limite entre la zone linéaire et la zone de stabilisation.



Pour récupérer ces deux paramètres, on propose le montage suivant :

**Montage :**



$$R_c = 100 \, \Omega$$

**Préparation** : on suppose que  $E_2 = 10 \text{ V}$ . Calculer la valeur limite à donner à la résistance  $R_b$  pour être à la limite entre la zone linéaire et la zone de saturation.

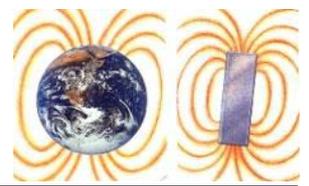
Pour faire ce calcul, on considèrera que :  $E_1 = 5 \text{ V}$ ,  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ , et on est à la limite de la zone linéaire et de la zone de saturation donc  $I_c = \beta \cdot I_b$  avec  $\beta = 150$  et  $V_{CE} \approx 0$ . On écrira alors l'équation de maille dans la maille de sortie pour calculer  $I_c$  et l'équation de maille dans la maille d'entrée.

Si  $R_b > R_b$  calculée plus haut, montrer qu'on est dans la zone linéaire.

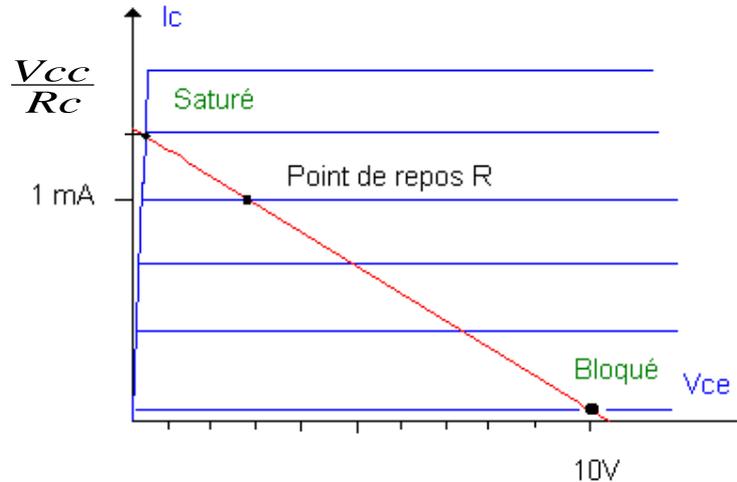
**Montage** : on prend  $R_b = 10 \text{ k}\Omega$ .

En faisant varier  $E_1$  de 0 à 10 V, relever les valeurs de  $I_b$  et de  $I_c$ . Tracer  $I_c = f(I_b)$  et en déduire la valeur de  $\beta$ . En déduire également la valeur de  $I_{b_{sat}}$ , valeur limite de  $I_b$  pour entrer dans le domaine de saturation. Pour  $I_b > I_{b_{sat}}$ , mesurer la valeur de  $V_{ce}$ .

### 2°) - caractéristiques du transistor bipolaire.



**2°) - 1 - Introduction** : dans les montages amplificateurs à transistors, la polarisation est importante. La polarisation d'un transistor est l'étude du point de fonctionnement du transistor au repos, c'est-à-dire la valeur de  $I_c$  et de  $V_{CE}$  en continu.



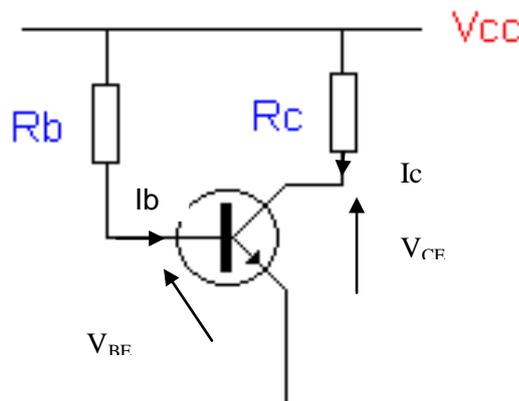
Ce point se trouve toujours sur la droite de charge (droite  $I_c = f(V_{CE})$  obtenue par une équation de maille dans la maille de sortie). Il peut évoluer entre le point où  $I_c \approx 0$  (état bloqué) et le point où  $V_{CE} \approx 0$  (état saturé). Entre ces deux points particuliers, on est dans le domaine linéaire où  $I_c = \beta \cdot I_b$ .

**Pour rester le plus possible dans le domaine linéaire, on cherchera parfois à placer le point de repos au milieu de la droite de charge.**

**2°) - 2 - Montage n°1** : polarisation par résistance de base :

$$R_b = 30 \text{ k}\Omega, R_c = 100 \Omega$$

$$V_{CC} = 10 \text{ V}$$



**Préparation** : écrire l'équation de la droite de charge  $I_c = f(V_{CE})$  en écrivant une loi des mailles dans la maille sortie. Tracer l'allure de cette droite.

Écrire l'équation de la droite d'attaque  $I_b = f(V_{BE})$  en écrivant une équation de maille dans la maille d'entrée.

En supposant que  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ , calculer la valeur de  $I_b$ .

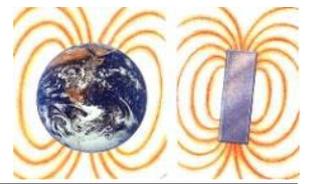
Vérifier que  $I_b < I_{b\text{sat}}$  du 1°)

Que peut-on en déduire ?

Calculer alors la valeur de  $I_c$  et celle de  $V_{CE}$ . Placer ce point de fonctionnement sur la droite de charge précédemment tracée. Le point de repos est-il au milieu de la droite de charge ?

En reprenant l'équation de la droite d'attaque, montrer que :  $I_b = \frac{V_{CC} - V_{be}}{R_b}$ , puis que :  $I_c = \beta \times \left( \frac{V_{CC} - V_{be}}{R_b} \right)$

Montrer alors que si  $\beta$  augmente, le point de repos peut se trouver dans le domaine de saturation.

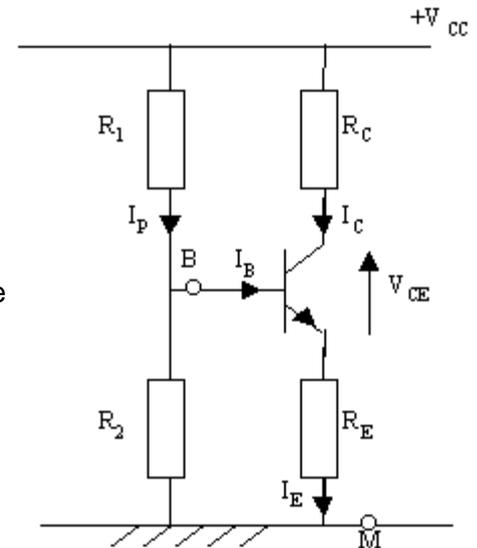


**Mesures** : faire le montage avec les valeurs indiquées. Mesurer les valeurs de  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $V_{BE}$  et  $V_{CE}$ .

Laisser le montage fonctionner un moment (10 minutes) et reprendre les mesures. Que constatez-vous ? Essayez d'expliquer ce phénomène en considérant que  $\beta$  augmente avec la température.

**2°) - 3 - Montage n°2** : polarisation par résistance de base et d'émetteur:

Le schéma est le suivant:



On notera  $I_{C0}$  et  $V_{CE0}$  les coordonnées du point de polarisation.

**On suppose que  $I_c = \beta \cdot I_b$  et que  $I_E \approx I_C$ .**

**Préparation** : redessiner le schéma ci-dessus en faisant apparaître le modèle de Thévenin du dipôle BM ( $E_{TH}$ ,  $R_{TH}$ ) qui alimente la base du transistor (à gauche des points B et M).

A l'aide du MET, donner l'équation de la droite d'attaque, c'est à dire l'équation liant  $V_{BE}$ ,  $V_{CC}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $\beta$ ,  $R_E$  et  $I_B$ .

Donner l'équation de la droite de charge, c'est à dire l'équation liant  $V_{CC}$ ,  $V_{CE}$ ,  $R_C$ ,  $R_E$  et  $I_C$ , sachant que  $I_E \approx I_C$ .

Vous allez choisir les valeurs suivantes:

$$V_{CC} = 10V, R_C = 470 \Omega, R_E = 470 \Omega, R_1 = 10k\Omega, R_2 = 10k\Omega.$$

Tracer la droite de charge  $I_C=f(V_{CE})$ .

Déterminer par le calcul le point de polarisation en calculant préalablement  $I_b$ , sachant que  $V_{BE} = 0,7 V$ .

Le point de repos est-il au milieu de la droite de charge ?

En reprenant l'équation de la droite d'attaque, montrer que :  $I_b = \frac{(E_{th} - V_{be})}{(R_{th} + \beta \cdot R_E)}$ , puis que :  $I_c = \beta \times \frac{(E_{th} - V_{be})}{(R_{th} + \beta \cdot R_E)}$

Montrer alors que si  $\beta \cdot R_E$  est grand devant  $R_{th}$ , la valeur de  $I_c$  ne dépend plus de  $\beta$  et vaut  $I_c \approx \frac{E_{th}}{R_E}$ .

Si  $\beta$  augmente, le point de repos se déplace-t-il ?

Quel est l'intérêt de ce montage par rapport au précédent ?

**Mesures** : faire le montage avec les valeurs indiquées. Mesurer les valeurs de  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $V_{BE}$  et  $V_{CE}$ . Retrouver la valeur de  $\beta$ .

Laisser le montage fonctionner un moment (10 minutes) et reprendre les mesures. Que constatez-vous ?

Le point de polarisation est-il placé au milieu de la droite de charge statique ?

calcul de puissances

- Pour les valeurs mesurées précédemment :
- Calculer la puissance utile :  $P = V_{ce} \cdot I_c$ .
- Calculer la puissance de commande :  $P' = V_{be} \cdot I_b$ .
- Comparer les deux valeurs. Commentaires ?