

TP N° : 06

AMPLIFICATEUR À TRANSISTOR BIPOLAIRE

1. But de la manipulation

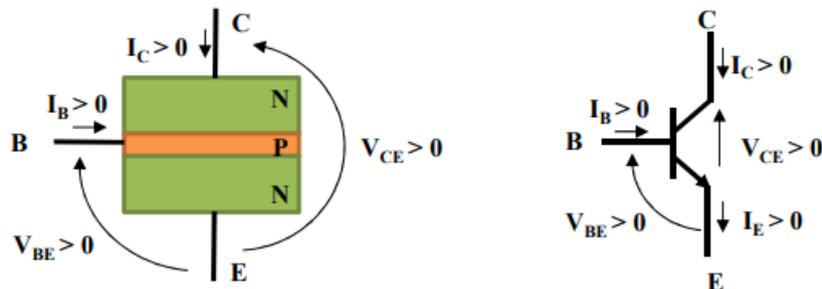
Le but de cette manipulation est d'étudier les méthodes de polarisation et de mesurer les principales caractéristiques de l'amplification en utilisant un transistor bipolaire monté en émetteur commun.

2. Rappel théorique

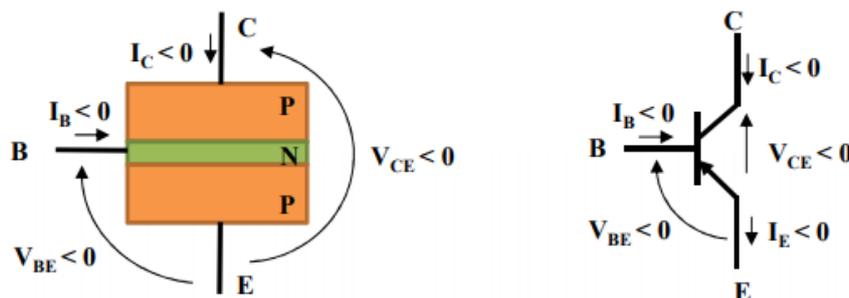
2.1. Transistor bipolaire

Le transistor bipolaire est un élément actif à 3 accès (Base (B), Collecteur (C), Emetteur (E)) constitué de 3 couches semiconductrices NPN et PNP.

➤ Transistor NPN :

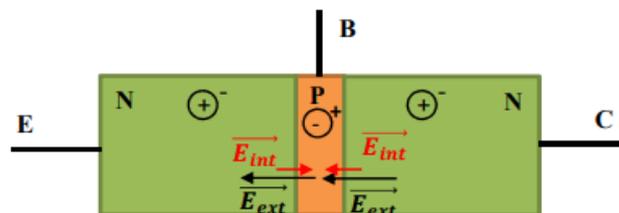


➤ Transistor PNP :



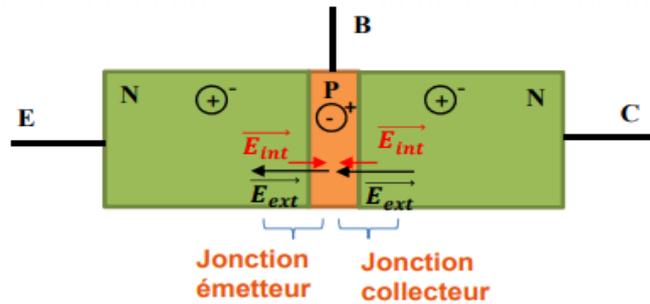
Les tensions de polarisation (V_{BE} et V_{CE}) et les courants (I_B et I_C) sont des grandeurs continues données avec leurs signes respectifs (>0 ou <0) pour un fonctionnement normal.

• Cas du transistor NPN



- ✓ L'émetteur (E) est fortement dopé. Son rôle est d'injecter des électrons dans la base.
- ✓ La base (B) est faiblement dopée et très mince. Elle transmet au collecteur la plupart des électrons venant de l'émetteur.
- ✓ Le collecteur (C) recueille les électrons qui lui viennent de la base d'où son nom.

• Cas du transistor NPN



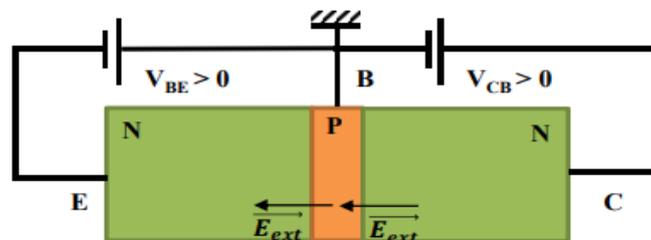
- ✓ Jonction émetteur polarisée en directe pour créer un champ externe \vec{E}_{ext} opposé au champ interne \vec{E}_{int} .

SI $|\vec{E}_{ext}| > |\vec{E}_{int}|$, les électrons majoritaires au niveau de l'émetteur peuvent passer dans la base. La base est faiblement dopée et très mince donc très peu d'électrons se recombinent avec des trous. Le courant de base est très faible.

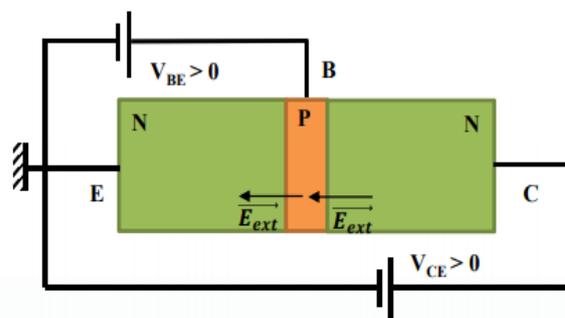
- ✓ Jonction collecteur polarisée en inverse - Le champ externe \vec{E}_{ext} est dans le même sens que le champ interne \vec{E}_{int} .

Les électrons qui n'ont pas été recombinés avec les trous au niveau de la base peuvent passer dans le collecteur.

• Polarisation base commune



• Polarisation émetteur commun



Avec $V_{CE} > V_{BE}$
car $V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} > 0$

• **Caractéristiques courant tension d'un transistor bipolaire**

Le transistor comporte trois accès et il est caractérisé par 6 grandeurs électriques :

- ✓ Trois courant : I_B , I_C et I_E ;
- ✓ Trois tensions : V_{BE} , V_{CE} et V_{CB} .

Mais : $I_E = I_C + I_B$ et $V_{CB} = V_{CE} + V_{BE}$

La relation entre ces grandeurs est donnée par la figure suivante :

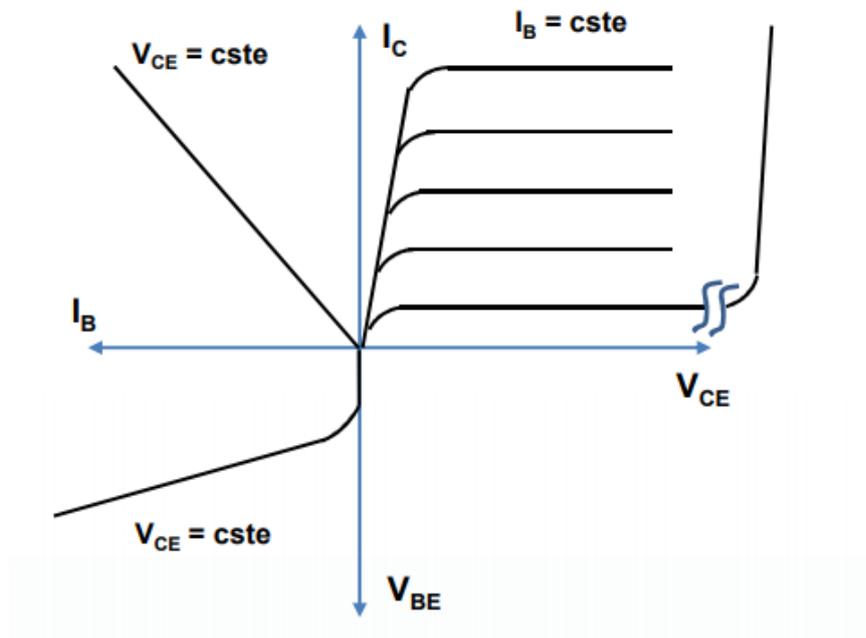


Figure.1 : Caractéristiques courant-tension d'un transistor bipolaire.

2.2. Principe d'un amplificateur

Un amplificateur sert à amplifier un signal électrique dont l'amplitude ou la puissance est trop faible et qui ne peut être utilisé directement ; il lui permet d'avoir une amplitude ou une puissance suffisante permettant son utilisation.

2.2.1. Caractéristique dynamique

A. Gain d'un amplificateur

On peut classer les amplificateurs selon la grandeur qu'ils permettent principalement d'amplifier (tension, courant ou puissance).

- ✓ Gain en tension : $G_v = V_s/V_e$ ou $G_v(dB) = 20 \cdot \log(V_s/V_e)$
- ✓ Gain en Courant : $G_i = I_s/I_e$ ou $G_i(dB) = 20 \cdot \log(I_s/I_e)$
- ✓ Gain en puissance : $G_p = P_s/P_e$ ou $G_p(dB) = 20 \cdot \log(P_s/P_e)$

B. Linéarité

Un amplificateur est dit linéaire si le rapport $A_v = V_s/V_e$ est constant lorsque V_e varie ; donc il ne doit pas déformer le signal amplifié, dans le cas contraire il est non linéaire.

C. Bande passante

La bande passante est le domaine d'utilisation d'un amplificateur, elle est représentée par le gain en tension en fonction des fréquences des signaux à amplifier $G_v = h(f)$ pratiquement, on admet que le domaine d'utilisation de l'amplificateur est limité par les fréquences f_{c1} et f_{c2} pour lesquelles l'affaiblissement de G_v est de 3dB par rapport à la valeur maximale de ce gain. Donc la bande passante est : $B = f_{c2} - f_{c1}$.

2.2.2. Montage d'amplificateur à émetteur commun

Le montage émetteur commun (Figure.2) est le plus utilisée figure ci-dessous car il permet d'obtenir de fort gain en tension et en puissance.

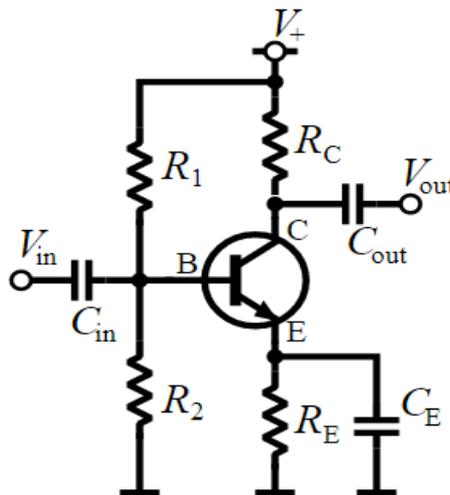


Figure. 2 : Amplificateur à émetteur commun.

Avec :

C_{out} , C_{in} et C_E : Capacités de liaison ;

R_C : Résistance de collecteur ;

R_E : Résistance d'émetteur ;

R_1 et R_2 : Résistances de pont de base.

Les principaux résultats sont :

- ✓ Gain en tension : $G_V = \frac{R_C}{h_{11} + R_E} \approx \frac{R_C}{R_E}$
- ✓ Impédance d'entrée du transistor : $Z_{et} = h_{11} + R_E \approx R_E$
- ✓ Impédance d'entrée de l'étage : $Z_e = Z_{et} // R_1 // R_2$

✓ Impédance de sortie de l'étage : $Z_s \cong RC$

La bande passante est limitée du coté basse fréquence par la capacité C_{out} et du coté haute fréquence par les capacités inter-électrodes du transistor (C_{EB} ; C_{CB} , C_{CE} , ...) et du montage.

✓ Fréquence de coupure basse : $Fc1 \approx \frac{1}{2\pi RB.Cout}$

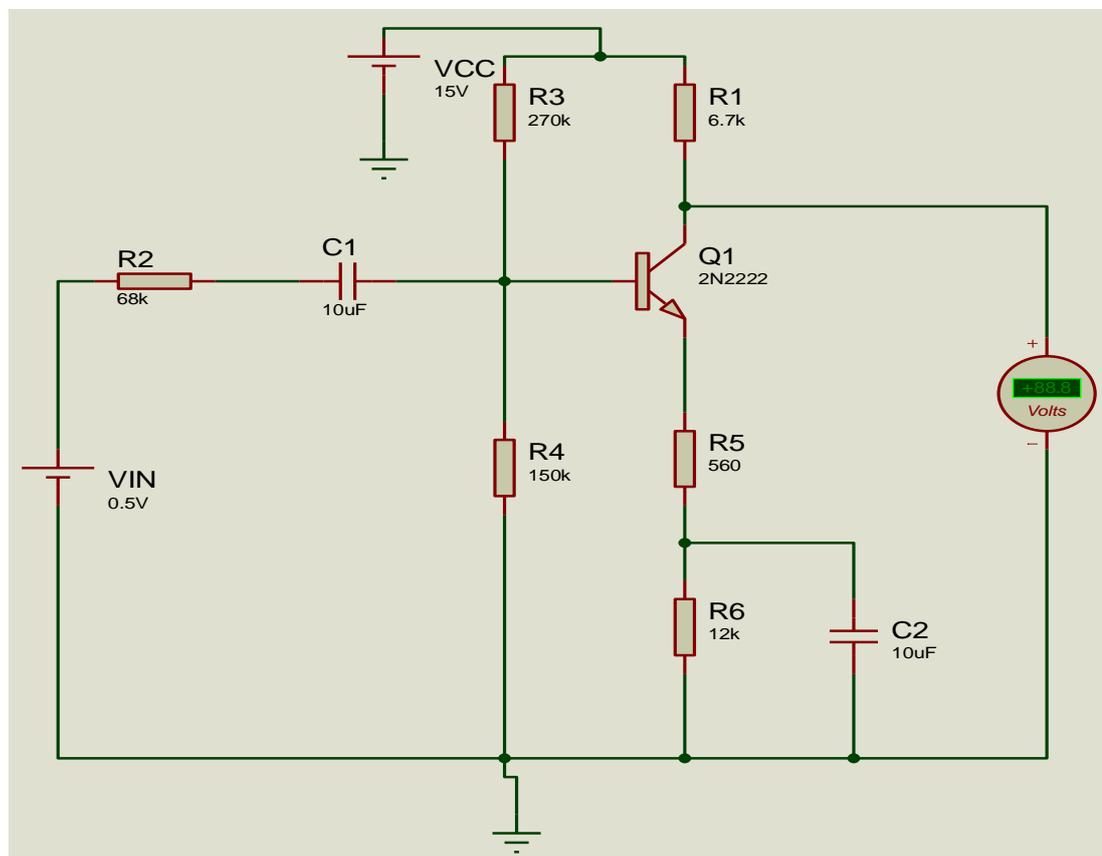
✓ Fréquence de coupure basse : $Fc2 \approx \frac{1}{2\pi h_{11}.C_{EB}} = f_{\beta}$

f_{β} : fréquence de coupure du gain en courant du transistor.

3. Manipulation

3.1. Travail Personnel

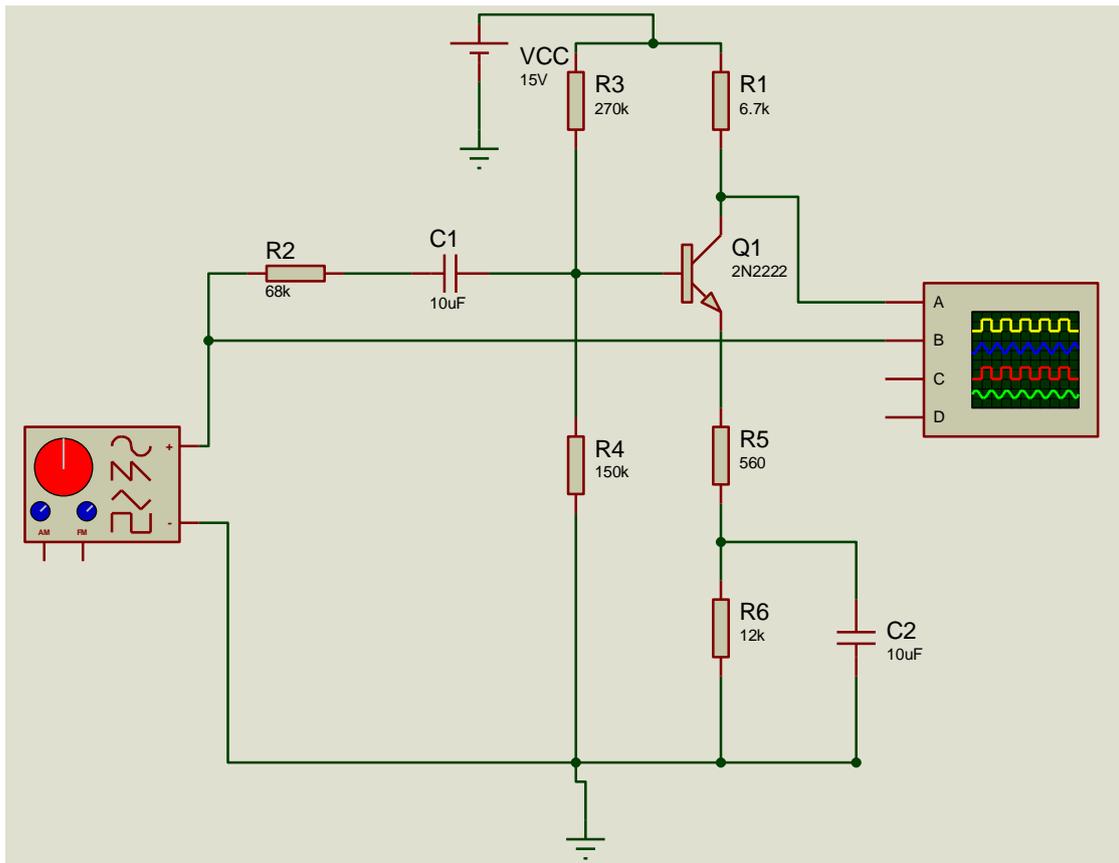
a. A l'aide de Proteus réaliser le montage suivant :



b. Simuler le circuit et mesurer les tensions V_B , V_C et V_E .

c. En déduire la tension V_{CE} et les courants I_B , I_C et I_E .

d. Débrancher l'alimentation d'entrée (V_{in}), à l'aide d'un GBF générer un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz et d'amplitude de 150mv.



- e. Simuler le montage et visualiser le signal d'entrée et le signal de sortie sur un oscilloscope.
- f. Reporter les signaux observés sur un papier millimétrique.
- g. Mesurer le gain en tension. Comparer cette valeur avec la valeur théorique.

3.2. Travail Présentiel

- a. Réaliser le montage (prendre en compte le brochage du transistor 2N2222 (Figure. 4)) ci-dessous :

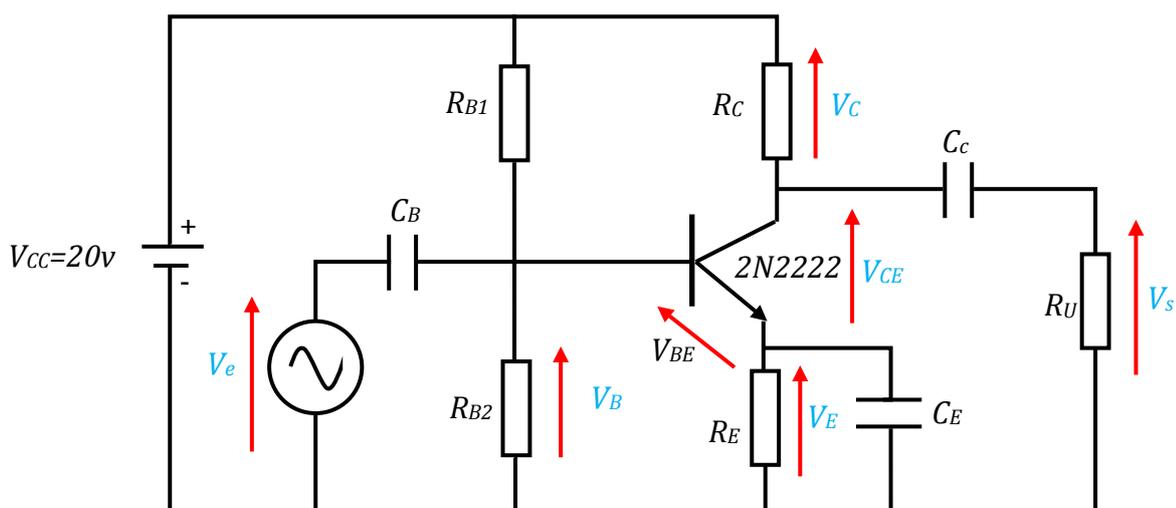


Figure. 3 : Amplificateur à émetteur commun.

Avec ; $R_{B1}=10K\Omega$, $R_{B2}=1K\Omega$, $R_E=100\Omega$, $C_B=C_C=C_E=4,7 \mu F$.

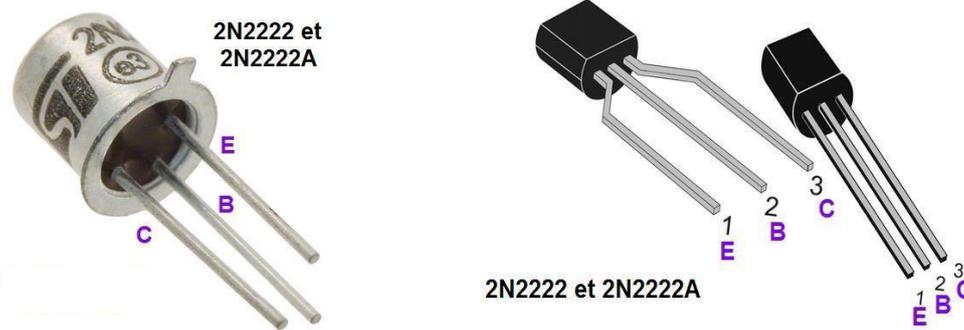


Figure. 4 : Brochage du transistor 2N2222 et 2N2222A.

- b. A l'aide d'un générateur de tension continu ; alimenter le montage amplificateur de la figure. 3.
- c. Mesurer V_C , V_B , V_E , V_{BE} , I_B , I_C et porter ces valeurs au tableau 1 :

Tableau .1

	V_C	V_B	V_{BE}	V_{CE}	I_B	I_C
Valeurs mesurées						
Valeurs calculées						

- d. En déduire le gain β du transistor.
- e. Brancher le GBF à l'entrée du montage, générer un signal sinusoïdal de fréquence $f=10KHz$, en faisant varier l'amplitude du signal d'entrée V_e , relever le signal de sortie V_s à l'aide de l'oscilloscope et porter les valeurs au tableau 2 :

Tableau. 2

$V_e(V)$							
$V_s(V)$							
$G_v=V_s /V_e$							

- f. Tracer la courbe de linéarité $V_s=f(V_e)$ et la courbe de gain $G_v=f(V_e)$.
- g. A partir de quelle valeur de V_e , le signal de sortie V_s présente-t-il de la distorsion d'amplitude.
- h. Faire varier la fréquence du générateur visualiser le signal de sortie sur l'oscilloscope, que remarquer vous ? (Expliquer le phénomène).
- i. D'après les expériences faites sur le transistor que peut -on conclure.