

Rapport de labo d'électronique:  
Etude des caractéristiques d'un transistor BJT

Groupe ?:  
Mattens Simon; Dom Eduardo  
BA2 Info

Labo réalisé le 9 mai 2018

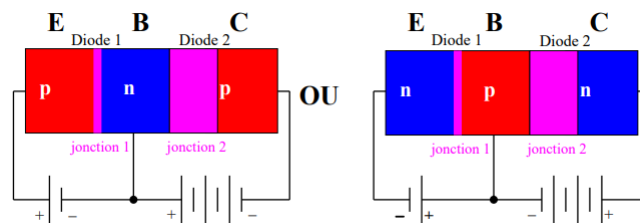
## 1. Introduction

Le but de la manipulation est l'étude détaillée des caractéristiques électriques d'un transistor bipolaire à jonction.

## 2. Résumé théorie

- Un transistor BJT est un monocristal comprenant 3 régions : 2 régions p séparées par une région n ou 2 régions n séparées par une région p. (Transistor npn ou pnp). On y trouve 2 diodes de telle sorte que la région n ou p soit commune aux 2 diodes les 3 lettres désignant la succession des 3 types constituant le monocristal.

On appelle Base la région commune p (ou n) ; émetteur la région n( ou p) de la diode 1, collecteur la région n( ou p) de la diode 2. Voici un schéma d'un transistor Pnp et Npn :



- $I_e = I_b + I_c$  : le courant  $I_b$  (base) est très petit comparé au courant  $I_c$  (collecteur) et au courant  $I_e$  (émetteur). On pose généralement  $I_c = \alpha I_e$ . Le coefficient  $\alpha$ , proche de l'unité, donnant la fraction des porteurs de charge injectés par l'émetteur dans la base qui sortent par le collecteur. On pose  $I_c = \beta I_b$  où  $\beta$  est le coefficient d'amplification ou gain en courant du transistor.
- A une faible variation  $\Delta I_b$  du courant  $I_b$  correspond une variation importante  $\Delta I_c$  du courant  $I_c$  ; c'est l'effet physique mis en oeuvre dans un transistor utilisé comme amplificateur :

$$I_E = I_B + I_C$$

$$U_{CE} = U_{CB} + U_{BE}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

- Jonction E-B (polarisée en sens direct) : caractéristique courant - tension ou courbe  $I_b=f(U_{be})$  avec paramètre  $U_{ce}$ . On observera l'allure de la courbe "diode" polarisée en sens passant :  $I_b$  nul jusqu'à un seuil, coude, puis  $I_b$  augmente linéairement avec  $U$  :

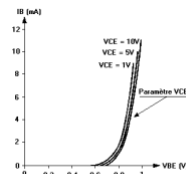
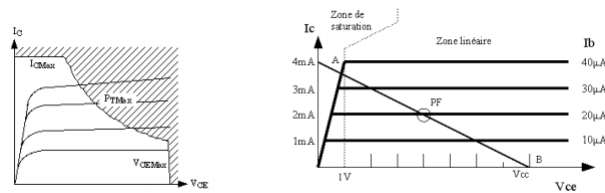


Fig. 6. - Réseau de caractéristiques d'entrée de transistor (paramètre  $V_{CE}$ )

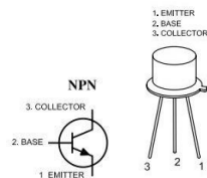
- Jonction B-c (polarisée en sens inverse) : caractéristique courant - tension ou courbe  $I_c=f(U_{ce})$  avec paramètre  $I_b$ . La valeur du paramètre  $I_b$  influence fortement le fonctionnement du transistor. Aux faibles valeurs  $U_{ce}$  : comportement ohmique, coude puis aux valeurs  $U_{ce}$  plus élevées :  $I_c$  quasi constant qu'elle que soit la valeur de  $I_b$  :



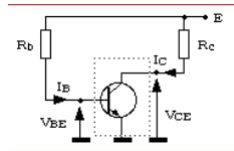
- $U = U_0(R_{cb}/R_{tot})$

### 3 Dispositif expérimental

- Transistor étudiée : Il s'agit d'un transistor BJT de modèle 2N1711.



- Polarisation du Transistor : Montage en émetteur commun. L'émetteur est à la masse et les résistances  $R_b$  et  $R_c$  sont à choisir pour définir la polarisation, suivant l'étude à effectuer. On utilise une source de tension continue (0-30V) que l'on fixe à  $E=9V$ .

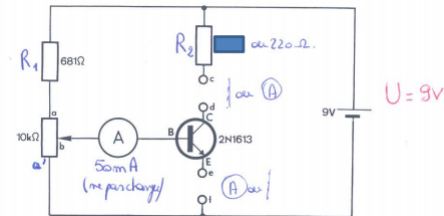


- Pour les prises de mesures de courant ou de différence de potentiel, nous utiliserons des multimètres digitaux ainsi qu'un microampèremètre à aiguille ou un multimètre digital ITC 921 pour pouvoir mesurer des "petits" courants.

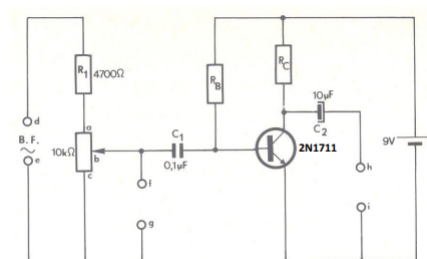
Pour tester le principe d'amplification des signaux alternatifs, on utilisera un générateur de signaux pour générer le signal d'entrée et un oscilloscope pour mesurer les signaux d'entrée et de sortie.

Il nous ait demandé de monter les circuits suivants :

#### Circuit 1 :



#### Circuit 2 :



## 4 Prise des mesures et résultats

### 4.1 Préambule : utilisatation d'un potentiomètre

Potentiomètre =  $10,4k\Omega$

Quand je mesure la résistance entre la borne du milieu et une borne extrême du potentiomètre j'obtiens la valeur :  $8,2k\Omega$ . Et quand je mesure la borne du milieu avec l'autre extrême j'ai la valeur :  $2,2k\Omega$ .

### 4.2 Vérification de la relation liant les trois courants

(Nous utilisons le circuit 1 présent dans la section Dispositif expérimental).

**Énoncé :** En faisant varier le potentiomètre, relever plusieurs points  $I_b, I_c, I_e$  afin de vérifier la relation  $I_e = I_b + I_c$ .

**Réponse :**

$I_e = 10,4k\Omega$   $I_b = 8,2k\Omega$   $I_c = 2,2k\Omega$

$I_e = 10,4k\Omega$   $I_b = 6,4k\Omega$   $I_c = 4k\Omega$

$I_e = 10,4k\Omega$   $I_b = 3k\Omega$   $I_c = 7,4k\Omega$

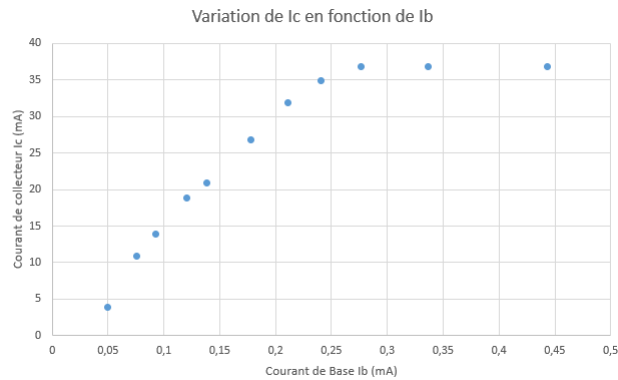
### 4.3 Etude de la variation $I_c = f(I_b)$ et gain en courant $I_c = \beta I_b$

(Nous utilisons le circuit 1 présent dans la section Dispositif expérimental).

Courant de Base $I_b(\mu A)$	Courant de collecteur $I_c(mA)$
49	4
74,5	11
91,3	14
119,2	19
137,5	21
177	27
210	32
240	35
276	37
336	37
442	37

**Énoncé :** Tracer un graphique  $I_c=f(I_b)$  et déterminer le gain courant du transistor comme pente de la droite

**Réponse :**



La pente de la droite a été calculée avec Excel. Elle vaut 157mA.

**Énoncé :** Pour comparaison, mesurer également le gain en courant au moyen d'un multimètre en utilisant la borne multifonctionnelle

**Réponse :**

$$\beta = 162$$

#### 4.5 Utilisation du transistor en amplificateur (à 1 étage) : amplification de signaux alternatifs sinusoidaux

(Nous utilisons le circuit 2 présent dans la section Dispositif expérimental).

Fréquence(Hz)	Amplitude $V_{in}$ (mV)	$V_{out}$ (V)
170	227	1,72
400	180	3,07
750	118	3,61
1100	90	3,76

## 5 Analyse des résultats

### 5.2 Vérification de la relation liant les trois courants

Nous remarquons que l'équation  $I_e = I_b + I_c$  est toujours vérifiée. En effet nous arrivons toujours à  $I_e = 10,4 \text{ mA}$ . Quand on actionne dans un sens le curseur du potentiomètre avec un tournevis, la résistance de  $I_b$  diminue (et celle de  $I_c$  augmente) et dans l'autre sens la résistance de  $I_b$  augmente et celle de  $I_c$  diminue ( $I_e$  reste à  $10,4 \text{ mA}$ .)

**5.3 Etude de la variation  $I_c=f(I_b)$  et gain en courant  $I_c=\beta I_b$** 

Nous remarquons qu'à partir d'un certain seuil de  $I_c$  (ici le seuil est à  $37 \mu A$ ),  $I_c$  reste constant tandis que  $I_b$  continue à croître.

**5.5 Utilisation du transistor en amplificateur (à 1 étage) : amplification de signaux alternatifs sinusoidaux**

Au plus la fréquence augmente et  $V_{in}$  diminue au plus  $V_{out}$  augmente.

**6 Conclusion**

Durant cette séance de laboratoire, nous avons pu étudier les caractéristiques d'un transistor BJT et de vérifier l'équation  $I_e=I_b+I_c$  grâce à des circuits réalisés.