

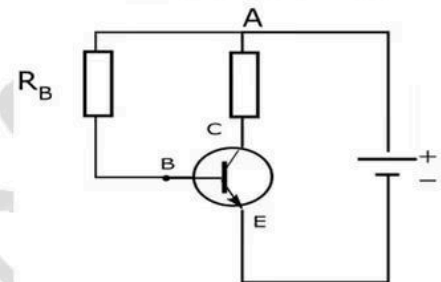
- 1) Dans la figure-1- de quel type de montage s'agit-il?
- 2) Quel type de transistor utilise-t-on dans ce montage? Transistor type NPN
- 3) Que représente chacune des courbes (a) et (b)?
- 4) Déterminer la valeur de la tension seuil U_s de ce transistor:
- 5) Combien de partie représente la courbe (b) et identifier le régime de chaque partie:
- 6) Déterminer graphiquement la valeur du coefficient d'amplification β

Exercice 4

Dans le montage schématisé ci- contre, le transistor fonctionne en régime linéaire.

On mesure $U_{AB} = 3,2 \text{ V}$.

- a- Appliquer la loi d'Ohm entre les bornes A et B et déduire la valeur de la résistance R_B si $I_B = 1 \text{ mA}$.
- b- Le coefficient d'amplification en courant étant $\beta = 120$, chercher l'intensité I_E du courant émetteur.
- c- Que se passe- t-il si la résistance R_B est trop faible?



Exercice 5

Soit le montage de la figure ci-contre.

1) **L'interrupteur K est fermé**, l'ampèremètre de résistance négligeable indique le passage d'un courant électrique I_C par le collecteur.

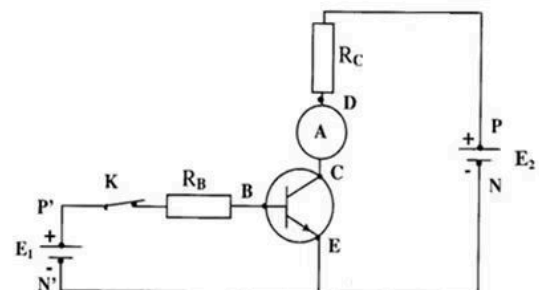
a) Indiquer sur la figure le sens des courants : I_C , I_B et I_E

b) Par quel générateur est débité le courant I_C

c) Montrer qu'en régime d'amplification du transistor $I_E = (\beta + 1)I_B$

d) Ecrire la relation entre les tensions de la maille comportant le générateur de force électromotrice E_2 , le résistor R_C et les bornes E et C du transistor. En déduire l'expression de la tension U_{CE} en fonction de R_C , E_2 et I_C .

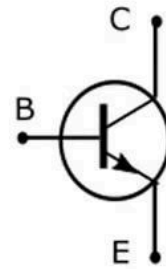
e) Ecrire la relation entre les tensions de la maille comportant le générateur de force électromotrice E_1 , le résistor R_B et les bornes B et E du transistor. En déduire l'expression du courant I_B en fonction de E_1 , R_B et U_{BE} .



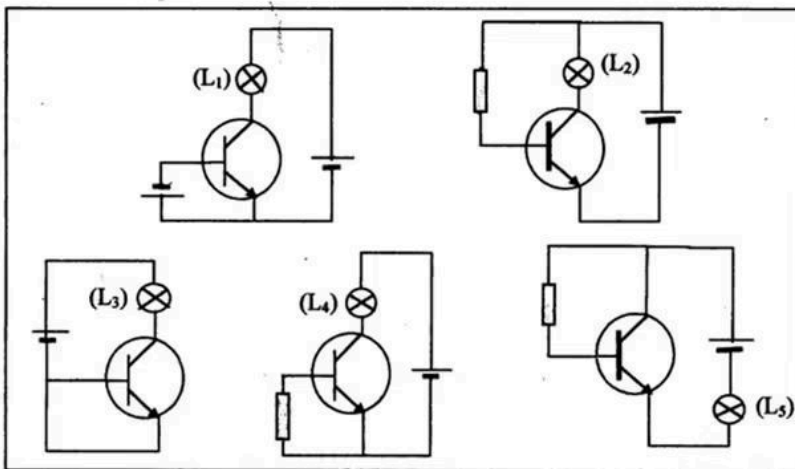
Exercice 1

Soit le transistor ci-contre :

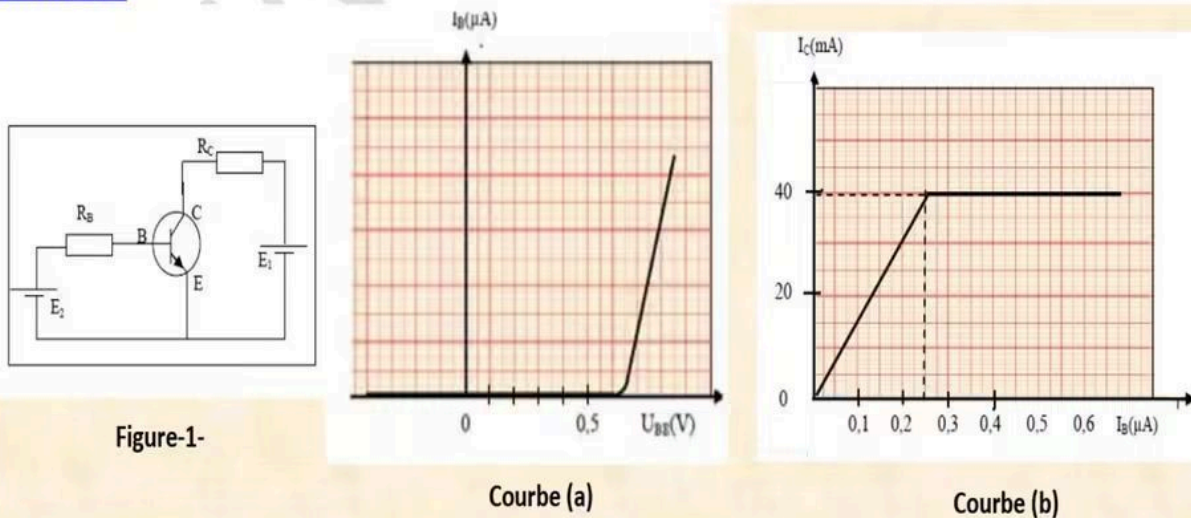
- 1) Nommer les 3 branches
- 2) Flécher et nommer les courants et les tensions
- 3) De quel type de transistor bipolaire s'agit-il ?

**Exercice 2**

On considère les 5 circuits suivants :



Parmi les lampes L_1, L_2, L_3, L_4 et L_5 préciser celles qui ne peuvent pas s'allumer même si elles sont de puissance assez faible. Expliquer chaque cas et préciser les modifications à entreprendre pour que la lampe s'allume.

Exercice 3

2) On ouvre l'interrupteur K .

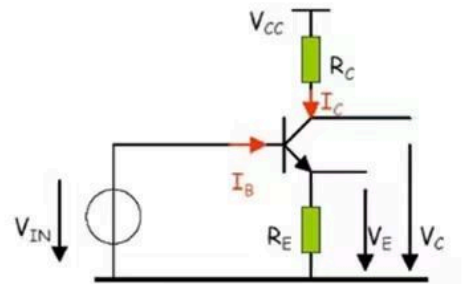
a) Quel est l'état du transistor ? Justifier votre réponse.

b) Comparer la tension U_{CE} avec E_2 . Justifier votre réponse

Exercice 6

Soit la structure de la figure ci-contre. Sachant que $V_{BE} = U_j$,

- Calculer la tensions V_E déduire les courants I_E , I_B et I_C ,
- calculer la tension V_C .
- Quelle est le mode de fonctionnement du transistor ?

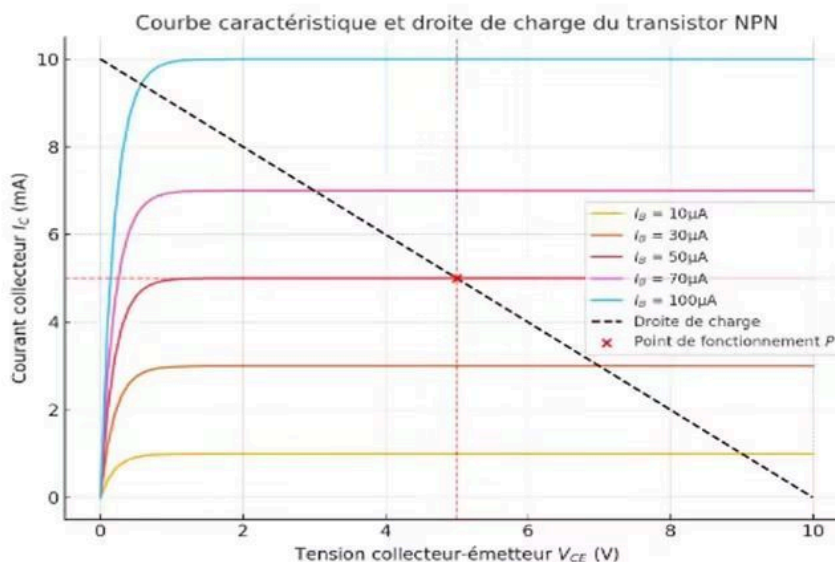


Valeurs numériques:

$$\begin{aligned} V_{IN} &= 3.4 \text{ V} ; & V_{U_j} &= 0.7 \text{ V} \\ R_C &= 4.7 \text{ k}\Omega ; & R_E &= 2.7 \text{ k}\Omega \\ B &= 200 ; & V_{CC} &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

Exercice 7

On donne ci-dessous la courbe caractéristique de sortie d'un transistor NPN. Cette courbe représente $I_C = f(V_{CE})$ pour différentes valeurs du courant de base I_B .



Données:

- La courbe montre les caractéristiques pour $I_B = 10 \mu A, 30 \mu A, 50 \mu A, 70 \mu A$, et $100 \mu A$.
- La tension de saturation du transistor est $V_{CEsat} \approx 0.2 \text{ V}$.

- Le circuit utilisé comporte une résistance de collecteur $R_C = 1k\Omega$ et une alimentation $V_{CC} = 10\text{ V}$.

Questions:

- À partir de la courbe, déterminer graphiquement le gain en courant β pour $I_B = 50\mu\text{ A}$.
- Déterminer le point de fonctionnement si on applique une tension $V_{CC} = 10\text{ V}$ et que $R_C = 1k\Omega$.

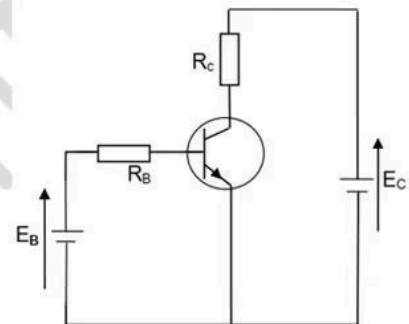
Vérifier le resultat par le calcul

- Vérifier si le transistor est en mode actif ou en saturation pour cette valeur de I_B .

Exercice 8

On considère le circuit suivant :

- Un transistor NPN avec $V_{BE} = 0.7\text{ V}$ en saturation.
- Une résistance de base $R_B = 10k\Omega$.
- Une résistance de charge $R_C = 1k\Omega$.
- Une tension d'alimentation $E_C = 12\text{ V}$.
- Un courant de gain $\beta = 100$.



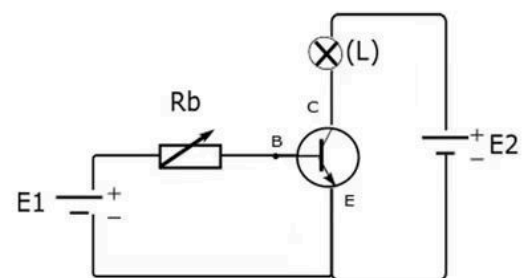
Questions:

- Déterminer le courant de base I_B si la tension d'entrée $E_B = 5\text{ V}$.
- Déterminer le courant de collecteur I_C .
- Calculer la tension V_{CE} et conclure sur l'état du transistor (bloqué, actif ou saturé).

Exercice 9

On réalise le circuit schématisé ci-contre ; il comporte :

- un transistor NPN de coefficient d'amplification $\beta = 100$,
- une lampe portant les indications (6 V; 0,24 W),
- deux générateurs de tensions $E_1 = 2\text{ V}$ et $E_2 = 10\text{ V}$,
- et un potentiomètre de résistance R_b réglable.



1°) On assimile la lampe à un résistor de résistance R :

a - déterminer l'intensité I_C du courant qui doit traverser la lampe pour qu'elle s'allume normalement ainsi que R ;

b - pour quelle valeur de R_b la lampe s'allume-t-elle normalement?

On donne $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$

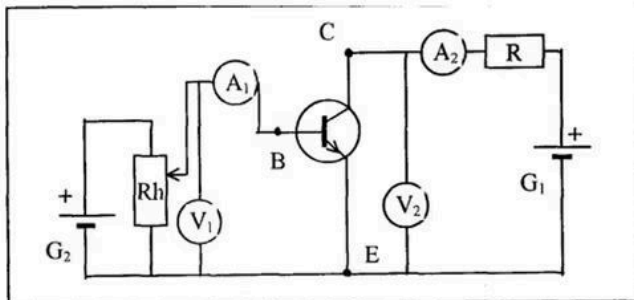
2°) On supprime le générateur E_1 puis on branche correctement le potentiomètre et on le règle pour que la lampe s'allume normalement :

a - faire le schéma du nouveau montage ;

b - calculer la nouvelle valeur de R_b et la tension U_{CE} à la sortie du transistor

Exercice 10

Dans le but d'étudier le fonctionnement d'un transistor NPN, on réalise le montage ci dessous. Chacun des deux générateur a une résistance interne négligeable et maintient une tension constante entre ses bornes.



- 1) Que mesurent les ampèremètre A_1 et A_2 et les voltmètre V_1 et V_2 .
- 2) Quel est le rôle du rhéostat (R_h) dans cette expérience.
- 3) Est-il possible d'avoir un courant de base I_B si la tension U_{BE} est négative ?
- 4) On fait varier la tension U_{BE} et on mesure à chaque fois I_B et I_C ceci en maintenant U_{CE} constante. Les mesures sont groupées dans le tableau suivant:

$U_{BE}(\text{V})$	0,3	0,5	0,6	0,65	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73
$I_B(\text{mA})$	0	0	0,01	0,05	0,2	0,5	1	1,5	2
$I_C(\text{mA})$	0	0	1,5	7,6	33	72	149	151	151

- a) Tracer la courbe des variation du courant I_C en fonction du courant I_B .

Echelles: $\begin{cases} 1 \text{ cm} \rightarrow 0,5 \text{ mA} & \text{pour } I_B. \\ 1 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ mA} & \text{pour } I_C. \end{cases}$

- b) Montrer que l'on peut distinguer trois régimes de fonctionnement du transistor.

- c) Dans le cas où le transistor fonctionne en régime linéaire, trouver la relation liant I_C à I_B .
 d) Que représente le rapport $\frac{I_C}{I_B}$.

Correction

Exercice 1:

1) Base

Emetteur

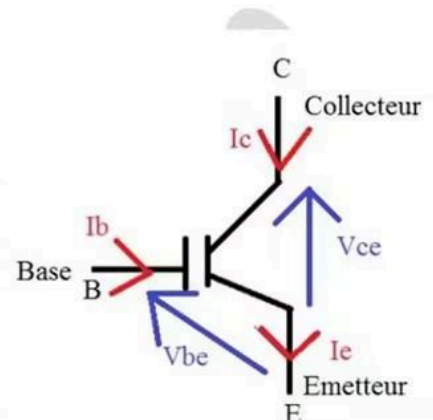
Collecteur

2)

Les courants: I_B , I_E , I_C

Les tensions: V_{BE} , V_{CE}

3) Transistor bipolaire NPN car courant de l'émetteur est sortant



Exercice 2 :

- Les lampes L_2 et L_5 peuvent s'allumer
- La lampe L_1 ne peut pas s'allumer car la base du transistor n'est pas convenablement polarisée, il faut intervertir les pôles du générateur de polarisation de la base.
- Le transistor étant bloqué ($U_{BE} = 0$) la lampe L_3 ne s'allume pas.
- La base du transistor n'étant pas polarisée, la lampe L_4 ne s'allume pas.

Exercice 3:

1) C'est un montage en émetteur commun

2) Transistor type NPN

3) Courbe (a) : La courbe $I_B = f(U_{BE})$ est la caractéristique d'entrée du transistor

Courbe (b) : La courbe $I_C = f(I_B)$ est la caractéristique de transfert en courant du transistor

4) D'après la courbe (a) la tension seuil de ce transistor est $U_s = 0,6 \text{ V}$

5) La courbe (b) représente deux parties, on identifie trois régimes : bloqué, amplifié et saturé.

6)

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{(40 - 0) \times 10^{-3}}{(0,25 - 0) \times 10^{-6}} = 1,6 \times 10^5$$

Exercice 4 :

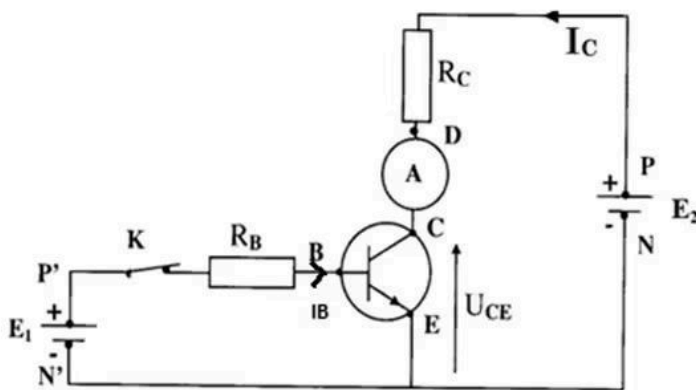
$$a) U_{AB} = R_B I_B \rightarrow R_B = \frac{U_{AB}}{I_B} = \frac{3,2}{10^{-3}} = 3,2 \text{ k}\Omega$$

$$b) I_E = I_B + I_C = (\beta + 1)I_B = (120 + 1) \cdot 10^{-3} = 0,121 \text{ A.}$$

$$c) I_B = \frac{U_{AB}}{R_B}; I_B \gg 0 \quad I_C \gg 0, \text{ Regime saturé}$$

Exercice 5 :

a)

b) Le courant I_C est débité par le générateur de fem E_2

c) En régime d'amplification du transistor

$$\begin{cases} I_C = \beta I_B \\ I_E = I_C + I_B \end{cases} \Rightarrow I_E = \beta I_B + I_B = (\beta + 1)I_B$$

d) Maille PDCENP : $-U_C - U_{CE} + E_2 = 0$

$$-U_C - U_{CE} + E_2 = 0 \Rightarrow U_{CE} = E_2 - U_C = E_2 - R_C I_C$$

$$U_{CE} = E_2 - R_C I_C$$

e)

Maille P'BEN'P' : $-U_B - U_{BE} + E_1 = 0$

$$-U_B - U_{BE} + E_1 = 0 \Rightarrow E_1 - U_{BE} = U_B \Rightarrow R_B I_B = E_1 - U_{BE}$$

$$I_B = \frac{E_1 - U_{BE}}{R_B}$$

2)a) K ouvert $I_B = 0 \text{ A}$ donc $I_C = 0 \text{ A}$, le transistor est en régime bloqué.b) Comme $I_C = 0 \text{ A}$ donc $U_{CE} = E_2$

Exercice 6

D'après la courbe, pour $I_B = 50\mu A$, on lit environ $I_C = 5\text{ mA}$.

Le gain en courant est:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{5\text{mA}}{50\mu A} = 100$$

2 Détermination du point de fonctionnement

La droite de charge coupe la courbe pour $I_B = 50\mu A$ à $V_{CE} \approx 5V$ et $I_C \approx 5\text{ mA}$.

Verification par le calcul :

Calcul de V_{CE}

- Choix de I_B

Le point de fonctionnement dépend du courant de base I_B . Supposons $I_B = 50\mu A$, qui correspond à une valeur probable d'après la courbe caractéristique.

$$I_C = \beta I_B = 100 * I_B$$

pour $I_B = 50\mu A$, on trouve : $I_C = 5\text{mA}$

- On utilise l'équation de la droite de charge :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

En remplaçant les valeurs:

$$\begin{aligned} V_{CE} &= 10\text{ V} - (5\text{ mA} \times 1000\Omega) \\ V_{CE} &= 10\text{ V} - 5\text{ V} = 5\text{ V} \end{aligned}$$

3. Vérification du mode de fonctionnement

Le transistor est en mode actif si $V_{CE} > V_{CEsat}$.

Comme $V_{CE} = 8V$ et $V_{CEsat} \approx 0.2V$, il est bien en mode actif.

Exercice 8 :

Le courant de base est donné par

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{E_B - V_{BE}}{R_B} \\ I_B &= \frac{5\text{ V} - 0.7\text{ V}}{10\text{k}\Omega} = \frac{4.3\text{ V}}{10\text{k}\Omega} = 0.43\text{ mA} \end{aligned}$$

a) Entre la Base et l'émetteur nous avons l'équivalent d'une diode, aussi :

$$V_E = V_{IN} - U_j = 2,7 \text{ V et } I_E = \frac{V_E}{R_E} = 1 \text{ mA}$$

Pour effectuer une prévision, nous partons de l'hypothèse la plus favorable, à savoir que le transistor fonctionne en mode Normal.Direct. Dans ce cas:

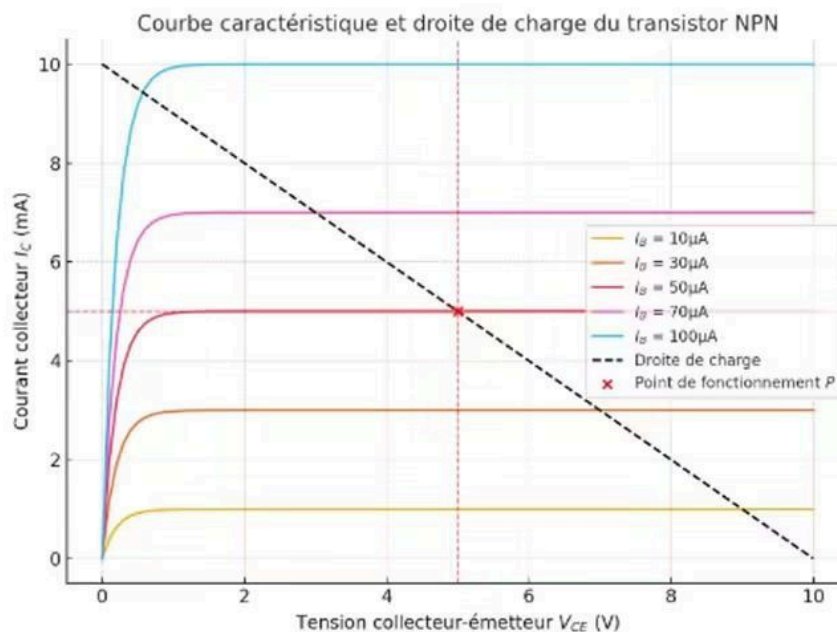
$$I_C = \beta \cdot I_B \quad ; \quad I_E = (\beta + 1)I_B \cong I_C \Rightarrow I_B = 5\mu\text{A} \quad I_C = 1\text{mA}$$

b) $V_C = V_{CC} - R_C I_C = 10 \text{ V} - 4,7 \text{ V} = 5,3 \text{ V}$

c) La jonction BC est bloquée car $V_{BC} = V_{NN} - V_C = 3.4 \text{ V} - 5.3 \text{ V} = -1.9 \text{ V}$.

Le transistor se trouve bien en mode Normal Direct.

Exercice 7 :



Voici la courbe caractéristique du transistor avec:

- Les courbes de $I_C = f(V_{CE})$ pour différentes valeurs de I_B .
- La droite de charge du circuit.
- Le point de fonctionnement estimé pour $I_B = 50\mu\text{A}$ en rouge.

Avec cette courbe, on peut maintenant répondre aux questions:

- 1 Détermination du gain en courant β

2 Calcul du courant de collecteur I_C

Le transistor étant supposé en mode actif, on utilise la relation :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_C = 100 \times 0.43 \text{ mA} = 43 \text{ mA}$$

3 Calcul de la tension V_{CE}

La tension collecteur-émetteur est donnée par :

$$V_{CE} = E_C - I_C R_C$$

$$V_{CE} = 12\text{V} - (43\text{mA} \times 1\text{k}\Omega)$$

$$V_{CE} = 12\text{V} - 43\text{V} = -31\text{V}$$

Interprétation :

Une valeur négative de V_{CE} n'est pas possible, ce qui signifie que le transistor est en saturation. Dans ce cas, V_{CE} prend une valeur typique de saturation, soit environ 0.2 V .

Conclusion :

Le transistor est saturé, et le courant collecteur est limité par R_C et E_C :

$$I_C^{\text{sat}} = \frac{E_C - V_{CE\text{sat}}}{R_C} = \frac{12 \text{ V} - 0.2 \text{ V}}{1\text{k}\Omega} = 11.8 \text{ mA}$$

Comme $I_C^{\text{sat}} < \beta I_B$, on en déduit que le transistor est bien en saturation.

Exercice 9 :

1°) a - Déterminons R et I_C dans la lampe.

Les indications portées par la lampe montrent qu'en fonctionnement normal, celle-ci consomme une puissance $P = 0,24 \text{ W}$ lorsque la tension appliquée entre ses bornes est

$U = 6 \text{ V}$. Or : $P = U \cdot I$

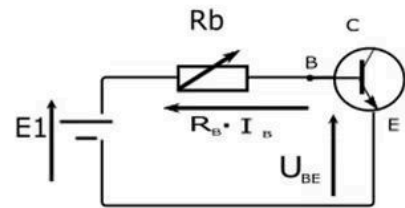
L'intensité du courant qui traverse la lampe, en fonctionnement normal est alors :

$$I_C = \frac{P}{U} ; \text{ A.N : } I_C = 0,04\text{A ou } 40 \text{ mA}$$

D'après la loi d'Ohm, appliquée à la lampe, on a : $U = R \cdot I$

La résistance de la lampe est alors : $R = \frac{U}{I_c}$; A.N : $R = 150\Omega$.

b - Déterminons R_b pour que la lampe s'allume normalement.



La loi des mailles, appliquée au circuit d'entrée du transistor, donne :

$$E_1 - R_b I_b - U_{BE} = 0$$

On a aussi : $I_b = \frac{I_c}{\beta}$ et $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$

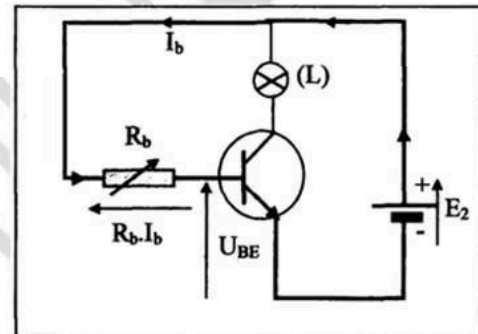
(le transistor est débloqué).

D'où : $R_b = \frac{\beta(E_1 - U_{BE})}{I_b}$;

A.N : $R_b = 3,5 \cdot 10^3 \Omega$ ou $3,5 \text{ k}\Omega$.

2°) a - Faisons le schéma du nouveau montage.

Pour que la lampe s'allume normalement, il faut polariser correctement la base du transistor en reliant la résistance R_b à la borne positive du générateur E_2 (voir schéma ci-dessous).



b - Calculons la nouvelle valeur de R_b et la tension U_{CE} .

La loi des mailles, appliquée au circuit en trait fort ci-contre, donne :

$$E_2 - R_b I_b - U_{BE} = 0 \quad \text{d'où : } R_b = \frac{\beta(E_2 - U_{BE})}{I_c};$$

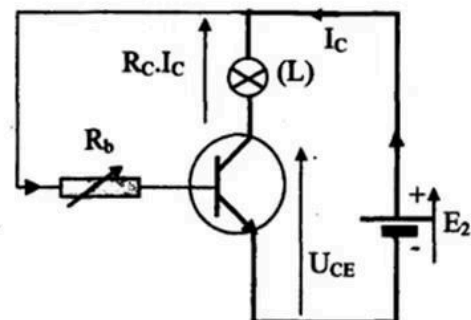
A.N : $R_b = 23,5 \cdot 10^3 \Omega$ ou $23,5 \text{ k}\Omega$.

La loi des mailles, appliquée au circuit de sortie en trait fort, donne :

$$E_2 - R_c I_c - U_{CE} = 0$$

D'où : $U_{CE} = E_2 - R_c I_c$;

A.N : $U_{CE} = 4 \text{ V}$.



Exercice 10 :

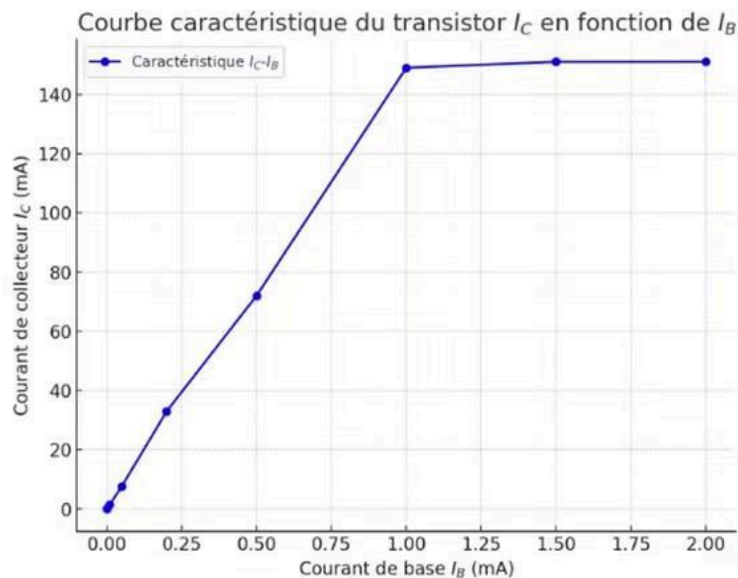
1) Les ampèremètres A_1 et A_2 mesurent respectivement l'intensité I_B du courant de base et l'intensité I_C du courant collecteur .

2) Dans ce montage le rhéostat (Rh) permet la variation du courant de base I_B .

3) Dans ce montage et avec ce transistor NPN, lorsque $U_{BE} < 0,6V$ l'intensité I_B du courant de base est nulle et aucun courant de collecteur ne circule

$$I_B = 0 \text{ et } I_C = 0$$

4) a) Courbe $I_C = f(I_B)$:



b) Régime de fonctionnement du transistor :

L'analyse des résultats expérimentaux (tableau des mesures ou le graphique), permet de mettre en évidence trois régime de fonctionnement pour le transistor .

- Lorsque $U_{BE} < 0,6 V \Rightarrow I_B = 0$ et $I_C = 0$

Le transistor est bloqué , il se comporte comme un interrupteur ouvert .

- Lorsque $0,6 V \leq U_{BE} < 0,71 V$

L'intensité I_C du courant collecteur est une fonction linéaire de l'intensité I_B du courant de base. Le transistor est alors débloqué. Ce phénomène est appelé effet transistor .

- Lorsque $0,71 \text{ V} \leq U_{BE} \leq 0,73 \text{ V}$

L'intensité I_C du courant collecteur atteint une valeur maximale qu'elle ne dépasse plus quelle que soit l'intensité I_B du courant de base. Le transistor est complètement débloqué. C'est le régime de saturation du transistor .

c) Relation liant I_C à I_B :

Dans le régime linéaire la courbe $I_C = f(I_B)$ est une portion de droite qui passe par l'origine, son équation est de la forme

$$I_C = a I_B$$

avec : $a = \text{pente de la droite} = 144$

d'où : $I_C = 144 I_B$

d) le rapport $\frac{I_C}{I_B}$ représente le gain en courant de ce transistor, il est noté β :

d'où :

$$\frac{I_C}{I_B} = \beta = 144$$

NB: β ne dépend que du transistor utilisé.