

1) DEFINITION :

2) TECHNOLOGIE

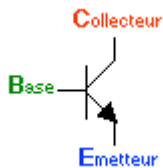
3) VERIFICATION DES TRANSISTORS

4) REPRESENTATION DE LA DROITE DE CHARGE STATIQUE :

5) FONCTIONNEMENT DU TRANSISTOR BIPOLAIRE EN COMMUTATION

6) MONTAGES AMPLIFICATEURS A TRANSISTOR BIPOLAIRE :

1) DEFINITION :



Le transistor est composé de 3 broches qui sont la base, le collecteur et l'émetteur. Le courant collecteur n'existe que si un courant base-émetteur circule.

Le transistor a deux fonctions : **commutation et amplification**

Lorsqu'un courant de Base I_B circule dans la base, on récupère alors un courant dans le collecteur noté I_C . Il faut savoir que le transistor amplifie ce courant I_B en fonction d'un gain.

Par conséquent on a formule $I_C = \beta \times I_B$ $\beta = \text{gain en courant}$

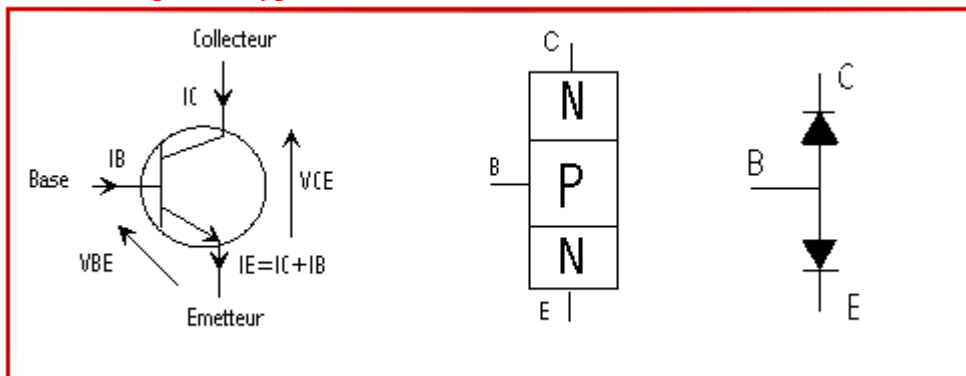
I_C = courant collecteur

I_B = courant dans la base

β = gain du transistor

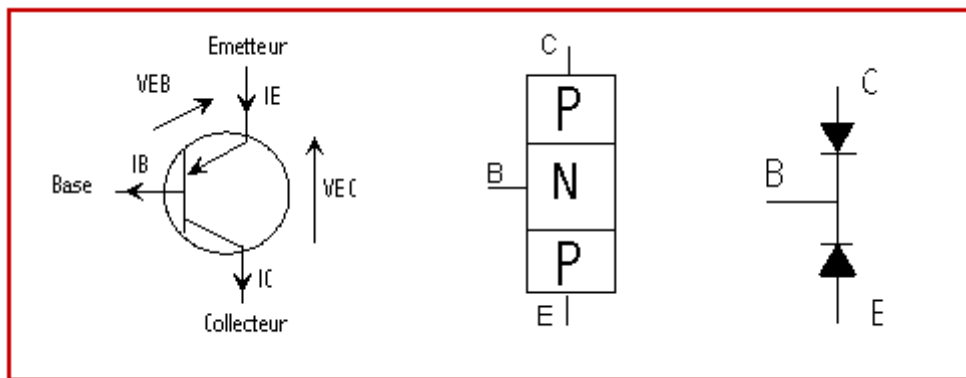
2) TECHNOLOGIE

- **Transistor bipolaire type NPN :**



- **Transistor bipolaire type PNP :**

remarque : VCE et VBE étant négatives, on prendra en général VEC et VEB.



3) VERIFICATION DES TRANSISTORS

- **Test d'un transistor NPN :**

Multimètre utilisé en testeur de jonction (indique "1" si le circuit est ouvert).

Connecter la borne + d'un multimètre sur la base du transistor puis passer successivement la borne - sur l'émetteur et sur le collecteur. Dans ce cas, les deux jonctions sont testées en direct (affichage 0,6v).

Connecter la borne - du multimètre sur la base, et passer la borne + sur le collecteur puis l'émetteur. Dans ce cas, les deux jonctions sont en inverses l'indication doit être "dépassement" (souvent OL = Over Load)

On vérifie en position ohmètre que les pattes Collecteur et Emetteur ne sont pas court-circuitées (dans les deux sens)

- **Test d'un transistor PNP :**

Identique à un transistor NPN, à cela près qu'il faut intervertir les bornes du multimètre.

Borne - sur B et borne + sur E et C alors affichage 0,6v.

Borne + sur B et borne - sur E et C alors affichage "dépassement".

4) REPRESENTATION DE LA DROITE DE CHARGE STATIQUE :

a retenir

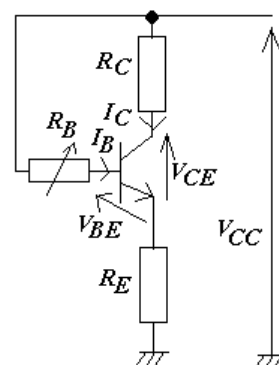
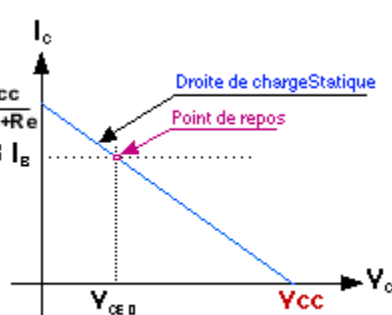
$$V_{CC} = (R_B + \beta \times R_E) \times I_B + V_{BE}$$

$$V_{CC} = (R_C + R_E) \times I_C + V_{CE}$$

d'où

$$I_B = -\frac{V_{BE}}{R_B + \beta \times R_E} + \frac{V_{CC}}{R_B + \beta \times R_E} \quad \text{attaque}$$

$$I_C = -\frac{V_{CE}}{R_C + R_E} + \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \quad \text{charge}$$



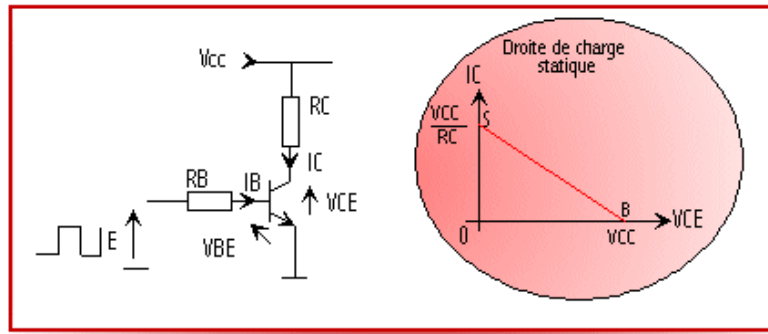
Le point de repos de coordonnées (V_{CE0} ; $I_{C0} = \beta \times I_{B0}$) image de l'état électrique du transistor, se trouve sur la droite de charge statique. Si la tension V_{be} (entre la base et l'emetteur) est constante alors on a un point de repos.

Etat bloqué : Cet état correspond à un courant $I_C=0$ on a donc $V_{ce}=V_{cc}$

Etat saturé : Cet état correspond à $I_C= V_{cc}/ R_C+R_E$ et $V_{ce}=0$

Entre les deux, fonctionnement linéaire

5) FONCTIONNEMENT DU TRANSISTOR BIPOLAIRE EN COMMUTATION



Le fonctionnement du transistor en commutation est un fonctionnement en tout ou rien, c'est à dire :

- **IC existe alors VCE = 0**
- **IC n'existe pas alors VCE > 0**

Bien souvent on idéalise la courbe de saturation du transistor en la confondant avec l'axe IC. C'est ce que nous faisons en traçant dans le réseau de sortie la droite de charge statique du montage.

Le transistor fonctionne en commutation, le point de fonctionnement du transistor se situera :

- **en B** : Transistor **bloqué**, IC = 0, VCE = VCC, et étant donné la relation du transistor bipolaire IC = β × IB donc IB = 0.
- **en S** : Transistor **saturé**, IC = ICsat = $\frac{V_{CC}}{R_c}$ et IB = IBsat = $\frac{I_{Csat}}{\beta_{min}}$.

5.1 CALCUL DE LA RESISTANCE RB

si ICsat = 10mA, VCC = 10v et βmin = 100 VBEsat = 0,7V VCEsat = 0V

1) valeur de RC :

$$RC = \frac{V_{CC}}{I_{C\ sat}} \approx \frac{10}{10 \times 10^{-3}} = 1k\Omega$$

2) et IBsat = $\frac{I_{Csat}}{\beta_{min}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{100} = 0,1mA$

3) On détermine un coefficient de saturation $K = \frac{I_{Bréel}}{I_{Bsat}}$ 3 < K < 10

Prenons K = 10 $I_{Bréel} = K \times I_{Bsat} = 10 \times 0,1mA = 1mA$

4) Alors $R_B = \frac{E - V_{BEsat}}{I_{Bréel}} = \frac{5 - 0,7}{10^{-3}} = 4,3k\Omega$

5) choisir la valeur normalisée inférieure, par exemple dans la série E12 :

$$R_{BN} = 3,9k\Omega$$

Si $I_{B_{réel}} > I_B$: Le transistor bipolaire est saturé : Interrupteur fermé ($E = V_{CC}$)
Si $I_{B_{réel}} = 0$: Le transistor bipolaire est bloqué : Interrupteur ouvert ($E = 0$)
Si $I_{B_{réel}} < I_B$: Le transistor bipolaire fonctionne en régime linéaire

5.2) VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT D'UN TRANSISTOR

RB EST CONNUE

1) ON CALCULE $R_{Bsat} = \frac{E - V_{BEsat}}{I_{Bsat}}$

2) on calcule $K = \frac{R_{Bsat}}{R_B}$ Si $3 < K < 10$, alors le transistor est en saturation

6) MONTAGES AMPLIFICATEURS A TRANSISTOR BIPOLAIRE :

Emetteur commun avec résistance d'émetteur non découplée

Emetteur commun

■ Schéma structurel

■ Schéma équivalent

avec : $R_B = R1 // R2$

■ Caractéristiques du montage

Résistance d'entrée :

$$R_e = \frac{u_1}{i_1} = R1 // R2 [r + (\beta + 1) \cdot RE]$$

Résistance de sortie :

$$R_s = RC$$

Amplification en tension :

$$A_v = \frac{u_2}{u_1} = \frac{-\beta R}{r + RE (\beta + 1)} \approx -\frac{R}{RE}$$

avec : $R = RC // RU$
 v_e et v_c sont en opposition de phase

Amplification en courant :

avec : $R = RC // RU$
 en négligeant l'influence de $R1$ et $R2$:

$$A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\beta R}{RU}$$

■ Schéma structurel

■ Schéma équivalent

avec : $R_B = R1 // R2$

■ Caractéristiques du montage

Résistance d'entrée :

$$R_e = RB // r \approx r$$

Résistance de sortie :

$$R_s = RC$$

Amplification en tension :

$$A_v = \frac{u_2}{u_1} = \frac{-\beta R}{r}$$

avec : $R = RC // RU$
 v_e et v_c sont en opposition de phase

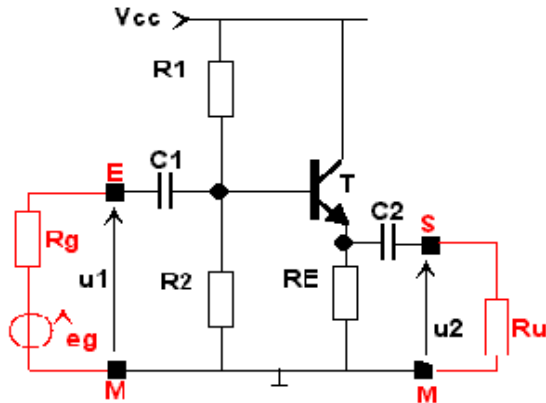
Amplification en courant :

avec : $R = RC // RU$

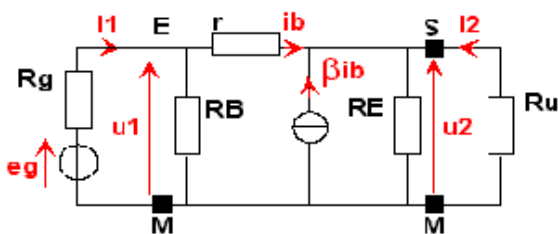
$$A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\beta R}{RU}$$

Collecteur commun

■ Schéma structurel



■ Schéma équivalent



$$R_B = R_1 \parallel R_2$$

■ Caractéristiques du montage

Résistance d'entrée :

$$R_e = \frac{u_1}{i_1} = R_B \parallel [r + (\beta + 1) R]$$

avec : $R = R_E \parallel R_U$
 $R_B = R_1 \parallel R_2$

Résistance de sortie :

$$R_s = \frac{u_2}{i_2} = \frac{r \cdot R_E}{r + R_E (\beta + 1)} \approx \frac{r}{\beta + 1}$$

Amplification en tension :

$$A_v = \frac{u_2}{u_1} = \frac{(\beta + 1) R}{r + (\beta + 1) R}$$

avec : $R = R_E \parallel R_U$
 ve et ve sont en phase

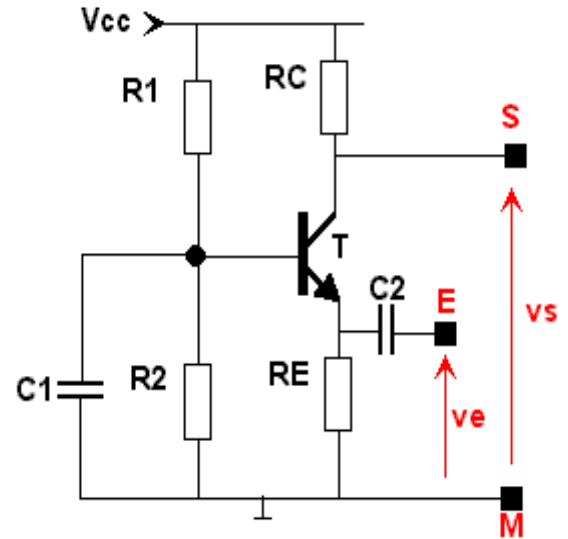
Amplification en courant :

avec : $R = R_E \parallel R_U$

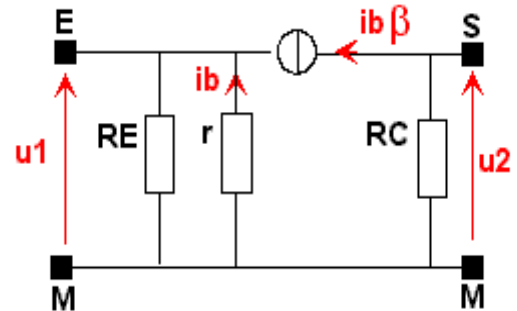
$$A_i = \frac{(\beta + 1) R}{R_U}$$

Base commune

■ Schéma structurel



■ Schéma équivalent



■ Caractéristiques du montage

Résistance d'entrée :

$$R_e = \frac{u_2}{i_2} = \frac{r \cdot R_E}{r + R_E (\beta + 1)} \approx \frac{r}{\beta + 1}$$

Résistance de sortie :

$$R_s = R_C$$

Amplification en tension :

$$A_v = \frac{u_2}{u_1} = \frac{\beta R_C}{r}$$

ve et vs sont en phase