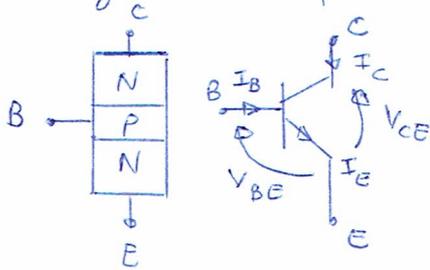


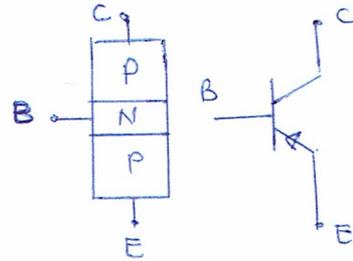
I. Introduction:

un transistor bipolaire est schématiquement constitué de trois régions semiconductrices différentes formées dans un petit bloc de silicium monocristallin. Pour un NPN on distingue

- Une région N fortement dopée: l'émetteur E.
- Une région P très mince et faiblement dopée: la base B.
- Une région N peu dopée: le collecteur C.



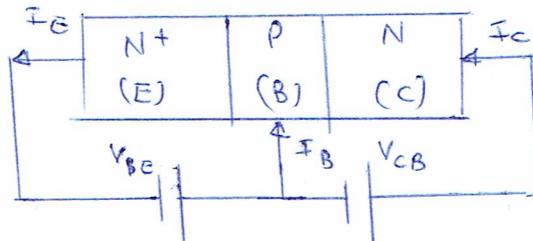
Transistor NPN



Transistor PNP

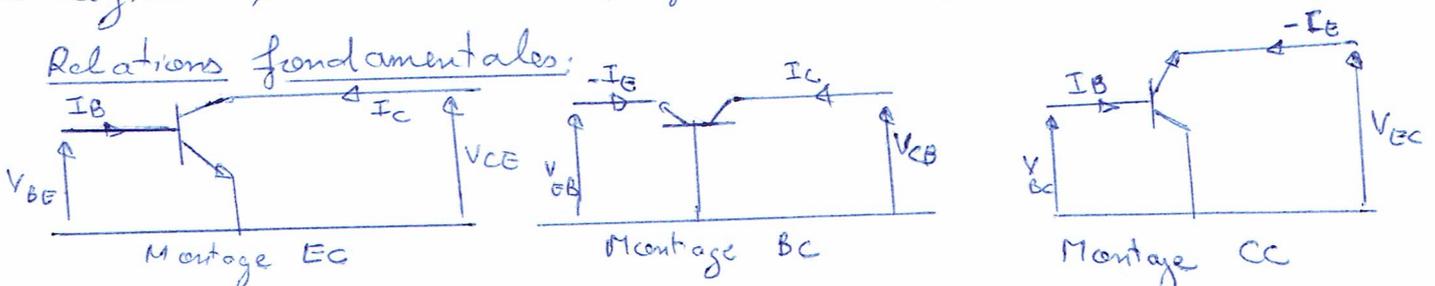
II. Effet transistor:

on utilise un transistor NPN, dont la jonction BE est polarisée en direct et la jonction BC en inverse (état normal)



L'effet transistor consiste à injecter des porteurs d'un émetteur très dopé (électrons pour le NPN et trous pour les PNP) vers une base assez mince, où ils deviennent minoritaires et d'où grâce au champ inverse intense, ils sont collectés vers la région du collecteur (la jonction BC est polarisée en inverse).

Relations fondamentales:



$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO}; I_E = I_B + I_C; I_C = \beta I_B + I_{CE0} \approx \beta I_B$$

avec $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$, $I_{CE0} = (\beta+1) I_{CBO}$.

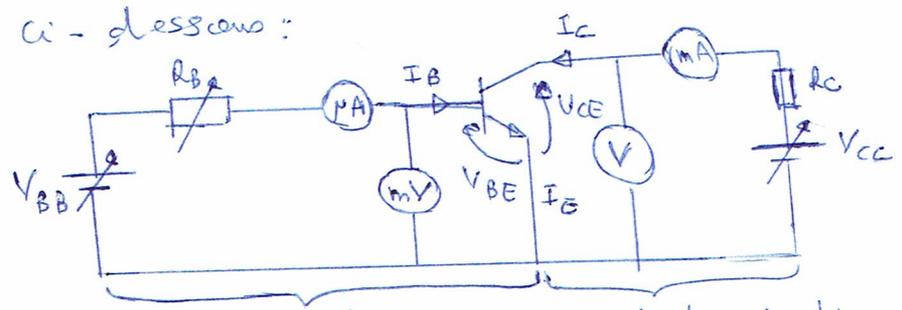
I_{CBO} : le courant de saturation de la jonction CB polarisée en inverse

α : Le coefficient d'amplification en courant d'un montage base commune (Bc)

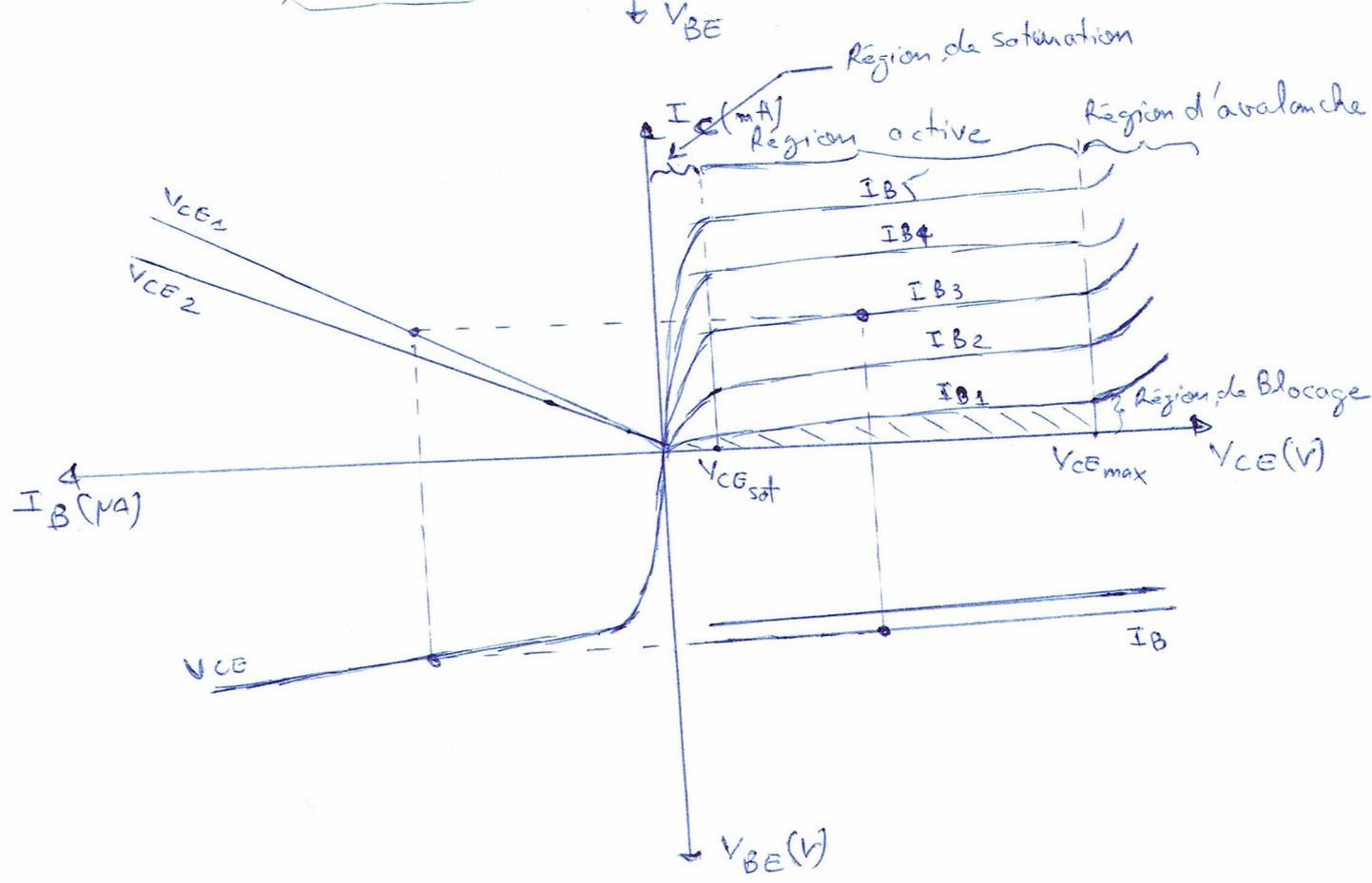
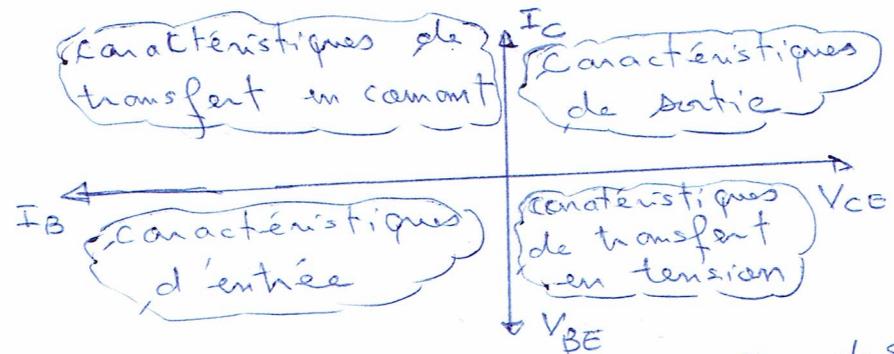
β : Le coefficient d'amplification en courant d'un montage émetteur commun (Ec)

III. Réseaux de caractéristiques:

pour procéder au relevé des caractéristiques, on utilise le montage ci-dessous:



Circuit d'entrée circuit de sortie



*** Réseau de caractéristiques ***

IV. Polarisation d'un transistor:

IV. 1. Rôle de la polarisation:

La polarisation a pour rôle de placer le point de fonctionnement du transistor, dans une zone où ses caractéristiques sont linéaires. Pour cela, on applique sur les trois électrodes, du transistor, des potentiels continus, de valeurs convenables. Nous allons étudier le montage émetteur commun (figure précédente).

IV. 2. Point de fonctionnement (point de repos):

* État de repos:

Lorsque les valeurs des quatre paramètres (V_{BB} , V_{CC} , R_B et R_C) sont choisies, le transistor se trouve dans un état invariable. Les coordonnées du points de repos sont: I_{B0} , I_{C0} , V_{BE0} et V_{CE0} .

* Droite d'attaque:

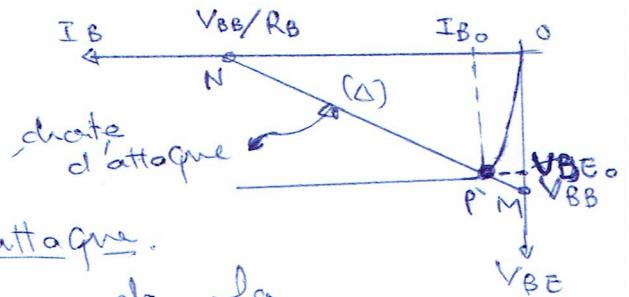
La loi des mailles appliquée

à l'entrée donne: $V_{BE} = V_{BB} - R_B I_B$

Cette relation est l'équation

d'une droite (Δ), dite droite d'attaque.

Les coordonnées du point d'intersection de la droite (Δ) et de la caractéristique sont I_{B0} et V_{BE0}



* Droite de charge:

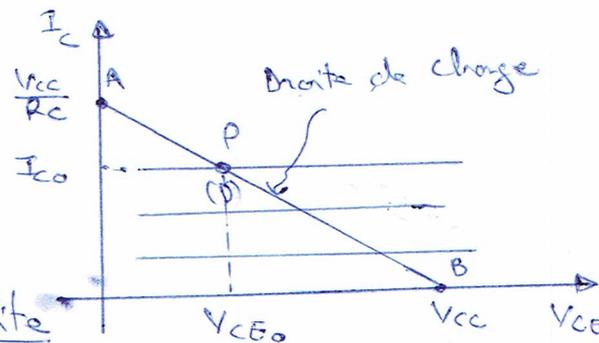
La loi des mailles appliquée

au circuit de sortie donne:

$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$. Cette relation est

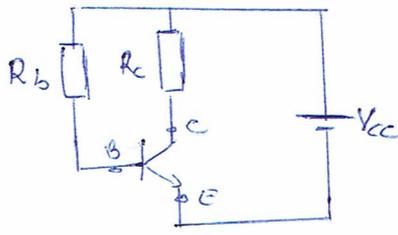
l'équation d'une droite (D) dite droite

de charge. Les coordonnées du point P d'intersection de la droite (D) et de la caractéristique de sortie sont I_{C0} et V_{CE0} . (La caractéristique de sortie correspond au courant I_{B0}).

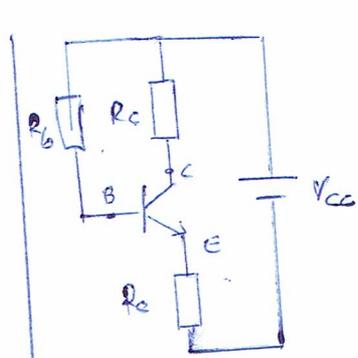


IV. 3. Réalisation pratiques de la polarisation

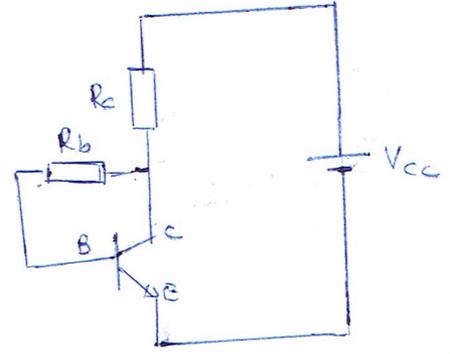
Les figures suivantes représentent quelques exemples de circuits de polarisation :



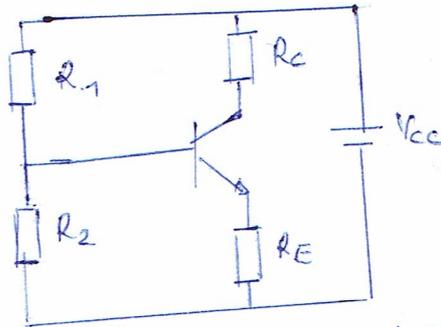
a. polarisation par résistance de base



b. polarisation par réaction d'émetteur



c. polarisation par réaction de collecteur



d. polarisation par pont de base et résistance d'émetteur

* Facteur de stabilité :

Nous avons vu que le courant du collecteur est de la forme :

$$I_c = \beta I_B + I_{CBO} \rightarrow I_c = \beta I_B + \frac{I_{CBO}}{1 - \alpha}$$

Le courant de fuite I_{CBO} est très sensible aux variations de température, il double tous les 6°C environ pour une diode au silicium.

Donc toute variation de la température implique une variation de I_{CBO} qui provoque un changement dans le courant I_c .

On définit un facteur de stabilité S égale à :

$$S = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_{CBO}}$$

pour qu'un montage soit stable en température, il faut que le facteur de stabilité S soit proche de 1.

➔ Le circuit (c) donne une mauvaise stabilité en température.

➔ Le circuit (d) donne une bonne stabilité en température si on

fixe, connectant les valeurs des résistances de polarisation. En effet : $S = \frac{1 + (R_{TH}/R_E)}{1 + (R_{TH}/R_E)(1-\alpha)}$; $R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (5)

Le facteur de stabilité S tend vers 1 si le rapport $\frac{R_{TH}}{R_E}$ est faible.

IV. 4. Puissance dissipée par un transistor - domaine utilisable

Les constructeurs précisent, pour chaque type de transistor, les valeurs à ne pas dépasser sous peine de détruire le composant (V_{CEmax} , I_{Cmax} , I_{Bmax} , P_{dmax}).

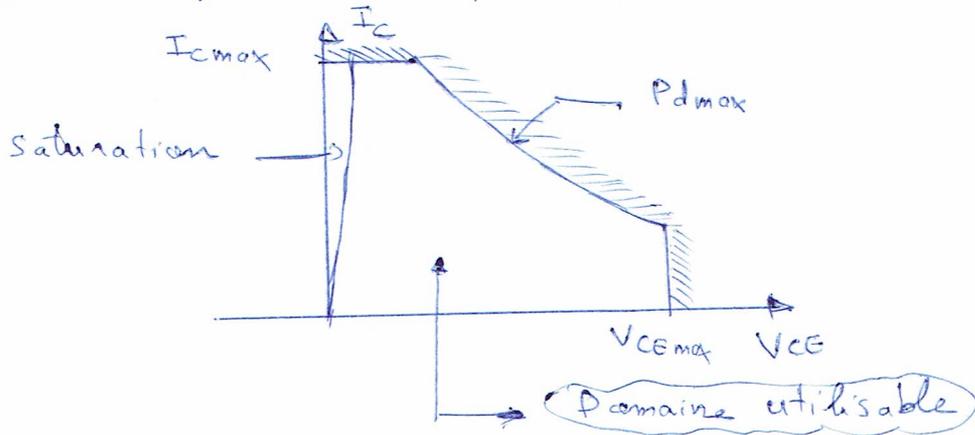
La puissance que peut dissiper un transistor est donnée par :

$$P_d = V_{CE} \cdot I_C + V_{BE} \cdot I_B \approx V_{CE} \cdot I_C$$

Les coordonnées des points pour lesquels la puissance maximale est atteinte sont liées par la relation

$$P_{dmax} = V_{CE} \cdot I_C \Leftrightarrow I_C = \frac{P_{dmax}}{V_{CE}}$$

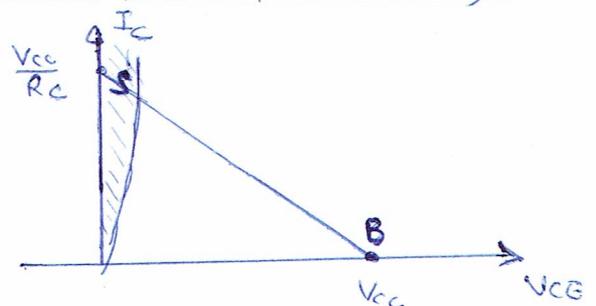
Dans le réseau de sortie, cette relation est l'équation de l'hyperbole de dissipation maximale (H).



Le point de fonctionnement devra se situer dans la zone appelée « domaine utilisable ».

V. Transistor en régime de commutation (bloqué, saturé):

En travaillant en fonctionnement bloqué ou saturé, le transistor permet bien de commander un « interrupteur » (jonction CE), par un courant I_B .



on dira alors, travailler en régime de commutation :

* État bloqué := (Point B)

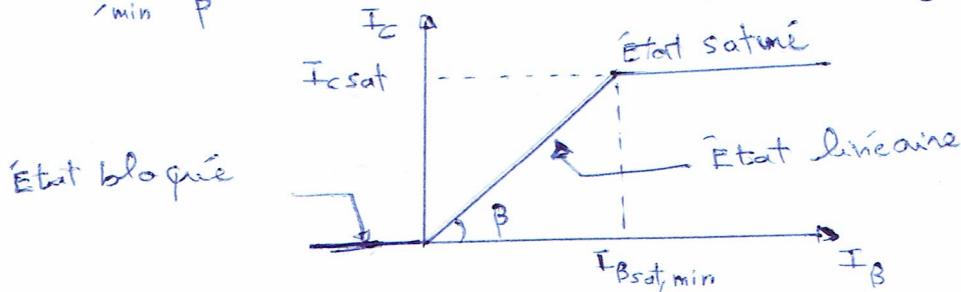
L'état bloqué est l'état correspondant à une polarisation inverse de la jonction BE et de la jonction base-collecteur. La tension V_{BE} doit être inférieure au seuil ; il est préférable qu'elle soit nulle, voire négative. $I_B = 0$, $I_C = 0$, $V_{CE} \approx V_{CC}$

⇒ Interrupteur ouvert.

* État saturé := (Zone S)

L'état saturé est l'état correspondant à une polarisation directe de la jonction BE et de la jonction BC.

$$I_B > I_{B_{s, \min}} = \frac{I_{C_{sat}}}{\beta}, \quad V_{CE} \leq 0, \quad I_C = I_{C_{sat}} = \alpha I_C, \quad I_C \neq \beta I_B, \quad I_C < \beta I_B$$



Bibliographie :

- [1] • « Électronique », Manuel de cours & exercices corrigés
R. MERAT, R. MOREAU, L. ALLAY, J.P. DUBOIS, J. ZAFANGUE, R. ZEGOLF
BERTI Éditions, Alger, 2008.
- [2] • « Dispositifs électroniques et applications »
Faniela Hoban - Boudelboua.
Édition Université Montani, Constantine, 2003.
- [3] • « Électronique générale », Cours et exercices résolus
A. Benayad, D. Guendouz
Office des publications universitaires, 2011 (3^{ème} Edition)
- [4] • « Électronique analogique »
D. Zélaté, T. Swaton, C. Cimelli.
HACHETTE Technique.
- [5] • « Chapitre 3 : transistor bipolaire et amplification en tension », Cours, TD électronique,
Module E4, Réseaux et Télécommunications, Université de Versailles - Saint-Quentin - En-
Yvelines, Emmanuel Peuch.
- [6] • www.univ.lemans.fr/enseignements/physique/02/cours_elec/transi.pdf