

LE TRANSISTOR

I- Généralité :

Dispositif à **semi-conducteur**, utilisé comme **élément actif** dans les **circuits électroniques**. Découvert **en 1948** par **J. Bardeen, S. Shockley** et **W. H. Brattain**, il a été ensuite notablement amélioré, convient donc à de très nombreuses applications, surtout comme **amplificateur, détecteur, convertisseur de fréquence, oscillateur, interrupteur électronique** dans les circuits logiques, etc.

A la base du formidable développement de l'**électronique**, il est utilisé à la place des tubes électroniques, par rapport auxquels il présente des dimensions très inférieures qui rendent possible la réalisation de **circuits miniaturisés**, une puissance dissipée, et donc une chaleur produite beaucoup plus faible, des tensions de travail bien plus faibles (quelques **dizaines de volts** contre des **centaines de volts** nécessaires pour les tubes), une vie pratiquement illimitée, sans dégradation progressive des performances, une plus grande **fiabilité**.

II- Fonctionnement :

Un transistor est réalisé avec du matériel semi-conducteur (**germanium** ou **silicium**) dopé et est formé de **trois zones** : **émetteur, base** et **collecteur**. On a des transistors de type **pnp** et de type **npn**.

- **Le transistor de type pnp**, l'émetteur et le collecteur sont **dopés** avec des éléments

Pentavalents (de **type p**) et sont séparés par une petite région (**base**) dopée avec des éléments **trivalents** (de **type n**). Vice versa.

- **Le transistor de type npn**, émetteur et collecteur sont de (**type n**), alors que la base est de (**type p**). Les zones de séparation entre deux régions différentes constituent des jonctions.

Dans le fonctionnement habituel d'un transistor **npn** (celui des **pnp** est identique en tout, mais le sens du courant est inversé), la jonction émetteur-base est polarisée directement (base positive par rapport à l'émetteur), alors que la jonction collecteur-base est polarisée de manière contraire (collecteur positif par rapport à la base).

Dans cette situation, le courant émetteur I_E est contrôlé la tension base-émetteur V_{BE} , alors que le courant du collecteur $I_C = \alpha I_E$ est pratiquement indépendant par rapport à la tension collecteur-base V_{CB} .

Le gain de courant à base commune est appelé α et, dans les transistors normaux, il a une valeur à peine inférieure à 1 ($\alpha = 0,98 - 0,99$). Le courant de base $I_B = I_E - I_C = (1 - \alpha) I_E$ est bien inférieur aux deux autres.

Le rapport

$$\frac{I_C}{I_E} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \beta$$

est appelé gain de courant à émetteur commun, et sa valeur varie entre 30 et plusieurs centaines. Le fonctionnement d'un transistor est représenté par des courbes caractéristiques : d'entrée (I_E en fonction de V_{BE}) et de sortie (I_C en fonction de V_{CE} pour une valeur donnée de I_B).

Quand V_{BE} devient négatif, tous les courants deviennent pratiquement nuls, et le transistor est équivalent à un circuit ouvert, quand V_{CE} devient très faible, le transistor devient semblable à un court-circuit.

Un transistor peut faire fonction d'amplificateur : en effet si on fait varier de ΔI_B le courant de base, en maintenant à la masse l'émetteur, le courant du collecteur varie de

$$\Delta I_C = \beta \Delta I_B,$$

La variation du courant en sortie est largement supérieure à celle en entrée (connexion à émetteur commun).

Même en mettant la base à la masse (connexion à base commune), on peut obtenir un amplificateur : en effet, dans ce cas, en modifiant de ΔI_E le courant d'émetteur, on obtient une $\Delta I_C = \alpha \Delta I_E$. Ici l'on a pas amplification de courant, mais la variation de la tension du collecteur ΔV_{CB} peut être bien plus grande que la tension correspondante ΔV_{BE} et on obtient donc une amplification de tension.

Dans les **circuits logiques**, le transistor fonctionne comme un interrupteur électronique, en passant de la condition de l'**état bloqué** à l'**état passant** et réciproquement.

III- Différents types de transistors :

Selon les diverses utilisations, on a différents types de transistors : le **transistor de puissance**, pour **hyperfréquences**, en **communication** et à **faible bruit**.

- **Les transistors de puissance** ont une jonction émetteur-base très étendue, sont donc en état

de dissiper une puissance sans surchauffe. La puissance débitée peut atteindre même une **centaine de watts**.

Dans les transistors, l'**amplification** qu'on peut obtenir n'est pas constante dans toutes les fréquences. Généralement, on a une **fréquence de coupure** au-delà de laquelle le gain qu'on peut obtenir décroît par l'effet des **phénomènes capacitifs parasites**.

- **Les transistors pour hyperfréquences** doivent avoir des fréquences de coupe élevées et ils

sont fabriqués avec des précautions particulières (épaisseur de la base très réduite, etc.).

Actuellement, on a des transmissions avec une fréquence de coupure de **quelques GHz**.

- **Les transistors en commutation** sont utilisés dans les circuits logiques comme interrupteurs.

Ils sont conçus de façon à avoir des vitesses extrêmement élevées de **communication**, c'est-à-dire des temps de passage de l'**état saturé** à l'**état bloqué** très faibles.

- **Les transistors à faible bruit**, enfin, sont utilisés pour l'amplification des signaux très faibles,

de façon à ce que le bruit qu'ils produisent ne déforme pas trop le **signal**.