



## Précisions et méthodes pour les exercices sur les diodes et les transistors.

### 1. Les diodes

#### a. Montrer qu'une diode est bloquée ou passante : Raisonnement par l'absurde

Pour montrer, en raisonnant par l'absurde, qu'une diode est bloquée ou passante, on suppose l'inverse et on montre que cela n'est pas possible en trouvant une absurdité soit sur le courant  $I_{AK}$ , soit sur la tension  $V_{AK}$ .

Ainsi, pour montrer qu'une diode est :

- ✓ passante, on la suppose bloquée, et on la remplace par un interrupteur ouvert. On calcule alors la tension  $V_{AK}$  à ses bornes et on montre qu'elle est supérieure ou égale à 0 (modèle idéal) ou à  $V_0$  (modèles à seuil ou réel)
- ✓ bloquée, on la suppose passante, et on la remplace, selon les modèles, par un fil (modèle idéal), un générateur de tension idéal  $V_0$  (modèle à seuil) ou un générateur de tension réel  $V_0 + r_D$  (modèle réel). On calcule alors le courant  $I_{AK}$  qui traverse la diode et on montre qu'il est négatif.

#### b. Justifier quelles sont les diodes bloquées ou passantes dans les circuits de redressement

Dans les circuits de redressement, afin de justifier quelles sont les diodes passantes dans le circuit, il faut utiliser (et donc, citer), les propriétés suivantes :

- ✓ Dans une diode, le courant circule toujours de l'anode vers la cathode.
- ✓ Une diode étant un dipôle récepteur, le courant descend les potentiels.

#### c. Tracé des courbes

Si vous devez tracer une courbe, il vous faudra exprimer la tension de sortie dans tous les états possibles de la ou des diodes. Il faut donc envisager tous les cas possibles, exprimer cette tension de sortie dans chacun des cas, et déterminer à quelles valeurs de la tension d'entrée correspond chaque état. Il est toujours plus facile de déterminer la condition sur la tension d'entrée quand la ou les diodes sont bloquées et déduire ensuite les intervalles de la tension d'entrée correspondant à chaque cas.

Si on vous demande de tracer une caractéristique de transfert, vous devez tracer la tension de sortie du montage en fonction de la tension d'entrée.

Si on vous demande de tracer l'évolution de la tension d'entrée en fonction du temps, il est toujours plus facile de tracer la tension d'entrée d'abord.

## 2. Les transistors

Remarque : Ce qui suit concerne les transistors NPN. Pour les transistors PNP, les signes des tensions changeront.

### a. Modes de fonctionnement

Un transistor est un composant comportant 2 jonctions PN, qui peuvent être chacune soit bloquée, soit passante. Il y a donc 3 (+1 – qui n'est pas utilisé) modes de fonctionnement :

- ✓ Mode normal ou linéaire : Jonction BE passante et BC bloquée.

Dans ce cas :

$$\begin{cases} V_{BE} = 0,6 \text{ ou } 0,7V \text{ (précisé dans l'énoncé)} \\ I_C = \beta \cdot I_B \\ I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) \cdot I_B \\ V_{CE} \geq V_{CE_{SAT}} \text{ (} V_{CE_{SAT}} : \text{valeur spécifiée par le constructeur)} \end{cases}$$

Ce mode est utilisé pour faire des amplificateurs.

- ✓ Mode bloqué : les 2 jonctions BE et BC sont bloquées.

Le transistor se trouve dans ce mode de fonctionnement quand  $I_B$  est très faible (en général, il est nul). Le transistor est alors équivalent à un interrupteur ouvert entre le collecteur et l'émetteur. On a donc :  $I_C = I_E = 0$ .

- ✓ Mode saturé : les 2 jonctions BE et BC sont passantes.

Le transistor se trouve dans ce mode de fonctionnement quand  $I_B$  est très grand (il est supérieur à  $\frac{I_{C_{SAT}}}{\beta}$ , le courant  $I_{C_{SAT}}$  étant le courant de collecteur quand le transistor est saturé). Le transistor est alors équivalent à un interrupteur fermé entre le collecteur et l'émetteur. On a donc :  $V_{CE} = 0$ .

Ces 2 modes sont utilisés conjointement pour concevoir des portes logiques.

Le dernier mode, le mode inverse, où la jonction BE est bloquée et la jonction BC, passante, n'est quasiment pas utilisé. En ce qui vous concerne, vous ne le rencontrerez pas !

**b. Trouver le mode de fonctionnement d'un transistor**

Si le courant de base  $I_B$  est nul, pas de difficulté, le transistor est bloqué !

Si le courant de base  $I_B$  est non nul, il faut supposer que le transistor fonctionne en mode normal, et déterminer les valeurs des courants et tensions de polarisation ( $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_E$ ,  $V_{BE}$ ,  $V_{BC}$  et  $V_{CE}$ ). Il faut alors vérifier (plusieurs possibilités) :

- ✓ que  $I_B \leq \frac{I_{C_{SAT}}}{\beta}$  ou  $I_C \leq I_{C_{SAT}}$  si on connaît déjà  $I_{C_{SAT}}$ .
- ✓ ou bien, que  $V_{CE} > 0$ .

Si ces conditions ne sont pas vérifiées, le transistor est saturé et il faut reprendre les calculs !

Remarque : Si on vous demande de (ou si vous voulez) montrer qu'un transistor ne fonctionne pas en mode linéaire, il faut raisonner par l'absurde et supposer qu'il l'est. Puis, vous calculez  $V_{CE}$  et vous montrez qu'il est inférieur à la valeur  $V_{CE_{SAT}}$  qui est une valeur donnée par le constructeur ! (Généralement, on trouve  $V_{CE} < 0$ ).

**c. Déterminer le point de polarisation d'un transistor (Fonctionnement linéaire)**

Il s'agit alors de déterminer tous les courants et toutes les tensions au niveau du transistor.

En mode linéaire, on sait déjà que la jonction BE est passante, et donc, on connaît la tension  $V_{BE}$  qui vaut 0,6 ou 0,7V (valeur précisée par le constructeur). Puis, il faut procéder généralement dans cet ordre : on calcule d'abord  $I_B$ , ce qui vous permet de trouver ensuite  $I_C$  puis  $I_E$ . Vous pourrez alors déterminer  $V_{CE}$ , puis  $V_{BC} (= V_{BE} - V_{CE})$ . Comme la jonction BC est bloquée, vous devez trouver  $V_{BC} < V_0 (= 0,6 \text{ ou } 0,7V)$ .

Pour ce genre d'exercice, le retour aux fondamentaux (lois de mailles et des nœuds) est très souvent la meilleure solution !