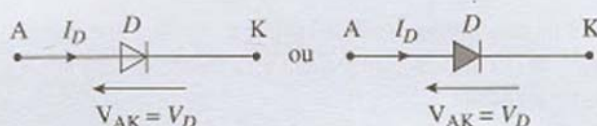


6.1 PRÉSENTATION/ FONCTIONNEMENT

■ Symbole



On adopte la convention récepteur

■ Fonctionnement

La diode est un composant dipôle (2 pattes : anode « A » et cathode « K ») à semi-conducteur (jonction PN), qui possède 2 régimes de fonctionnement : bloqué et passant.

Ces régimes de fonctionnement ne sont pas contrôlables directement, mais, dépendent de la tension V_{AK} aux bornes de la diode et du courant I_D la traversant.

Diode bloquée

C'est l'état de la diode quand $V_{AK} < V_{seuil}$, ce qui empêche le passage du courant dans la diode ; $I_D = 0$.

Diode passante

C'est l'état de la diode quand $I_D > 0$, ce qui entraîne $V_{AK} = V_{seuil}$.

Raisonnement par l'absurde afin de savoir si une diode est bloquée ou passante

Dans un montage, afin de savoir si une diode est passante, il suffit de calculer l'intensité du courant I_D en considérant $V_D = V_{seuil}$ (comme si la diode était passante) :

– si I_D est positif alors l'hypothèse est vérifiée et $V_D = V_{seuil}$. La diode est passante ;

– sinon, la diode est bloquée ; $I_D = 0$ et V_D peut être calculée avec la loi de la maille comprenant la tension V_D . V_D est alors obligatoirement $< V_{seuil}$.

→ V_{seuil} est une donnée fournie par le constructeur et vaut typiquement :

– 0,3 V pour les diodes au germanium ;

– 0,7 V pour les diodes au silicium.

→ I_D , courant circulant dans la diode, est soit nul (diode bloquée) soit positif (diode passante) ; ce composant est donc un composant unidirectionnel, c'est-à-dire qu'il ne laisse passer le courant que dans un seul sens.

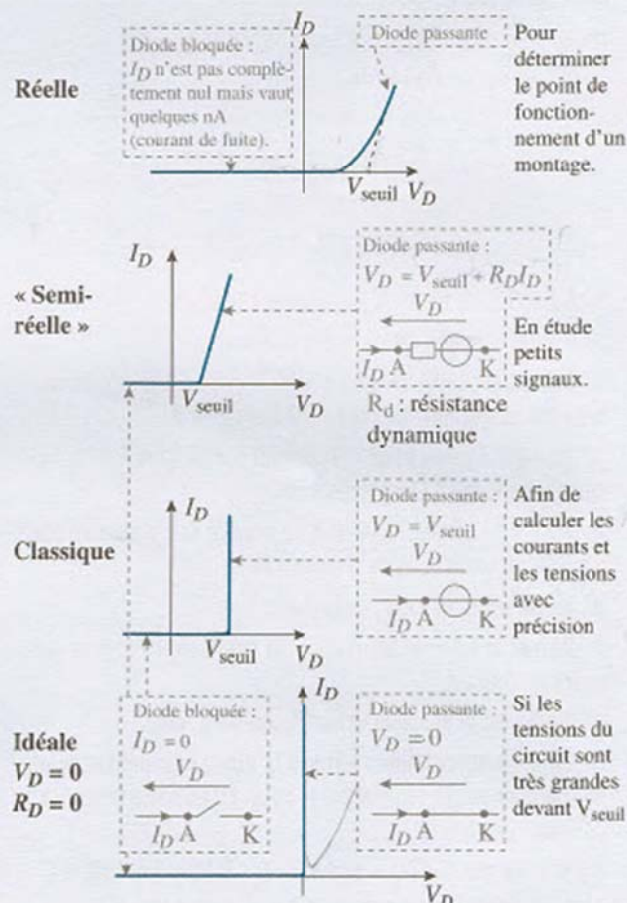
6.2 CARACTÉRISTIQUE $I_D = f(V_D)$

La caractéristique électrique $I_D = f(V_D)$ d'une diode n'est pas linéaire. Néanmoins, en faisant quelques approximations, nous pouvons linéariser la caractéristique $I_D = f(V_D)$.

Les différentes approximations donnent naissance à plusieurs modèles, ayant chacun leur domaine d'utilisation.

Dans le tableau suivant, nous avons donné 4 types de caractéristiques pour une même diode. Plus on descend dans le tableau, plus on idéalise la caractéristique. Les approximations ont pour but de simplifier les calculs.

Modèle Caractéristique et schéma équivalent Utilisation

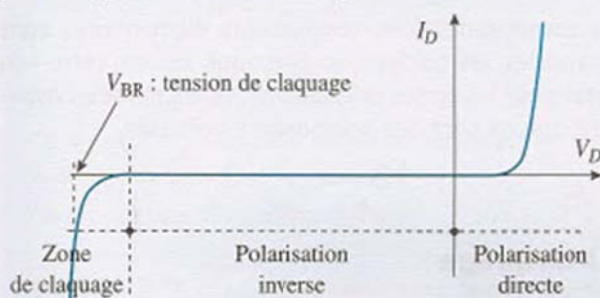


→ Pour $V_D > 0$, on dit que la diode est polarisée en direct.

→ Pour $V_D < 0$, on dit que la diode est polarisée en inverse. En polarisation inverse, la tension aux bornes de la diode est donc négative (les constructeurs notent la tension inverse $V_R = -V_D$).

■ Zone de claquage

Si la tension inverse (tension $-V_D$) aux bornes de la diode devient trop importante, il y a un risque de destruction de la diode par claquage de la jonction. Les constructeurs précisent la tension de claquage inverse ; elle correspond à la tension maximum que peut supporter une diode en polarisation inverse :



6.3 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

■ V_{seuil}

C'est la valeur de la tension de seuil, généralement notée V_F dans les documents constructeur. (F étant l'abréviation de Forward, direct).

Néanmoins, les constructeurs précisent souvent plusieurs tensions de seuil pour différentes valeurs de I_D (ou donnent la caractéristique complète $I_D = f(V_D)$). Le courant I_D est souvent noté I_F dans les documentations. La caractéristique $I_D = f(V_D)$ devient donc $I_F = f(V_F)$.

Exemple

- Diode de commutation IN4148 : $V_F = 1$ V pour $I_F = 10$ mA.
- Diode de redressement RURG3060 : $V_{Fmax} = 1,5$ V.

■ I_D (noté souvent I_F pour Forward)

I_D est le courant direct circulant dans la diode. Les constructeurs précisent son maximum supportable par la jonction en valeur continue (I_F), en valeur crête (I_{FM}), en valeur de pointe répétitive (I_{FRM}), en valeur de surcharge accidentelle non répétitive (I_{FSM}) ou encore en valeur moyenne (I_{FAV}).

Exemple

- Diode IN4148 : $I_{FM} = 200$ mA ; $I_{FSM} = 2$ A : le courant maximum supportable est de 200 mA, mais il peut atteindre « accidentellement » 2 A sans risquer de détruire la diode.
- Diode RURG3060 : $I_{FAVmax} = 30$ A ; $I_{FSM} = 325$ A.

■ Tension inverse (notée V_R pour Reverse)

V_R est la tension aux bornes de la diode quand celle-ci est bloquée ($V_R = V_{KA}$). Les constructeurs précisent son maximum supportable par la jonction en valeur continue (V_R), en valeur crête (V_{RM}), en valeur de pointe répétitive (V_{RRM}), en valeur de surcharge accidentelle non répétitive (V_{RSM}).

Ils précisent aussi la tension V_{BR} (Breakdown), tension de claquage de la diode en inverse.

Exemple

- IN4148 : $V_{RRM} = 50$ V.
- RURG3060 : $V_{RRM} = 600$ V.

■ Temps de recouvrement inverse : t_{rr}

Une diode ne peut pas passer instantanément de l'état passant à l'état bloqué.

Le temps de recouvrement inverse, noté t_{rr} dans les documents constructeur, est le temps nécessaire à la diode pour passer de l'état passant à l'état bloqué.

Exemple

- IN4148 : $t_{rr} = 4$ ns
- RURG3060 : $t_{rr} = 55$ ns

■ Temps de recouvrement direct : t_{dr}

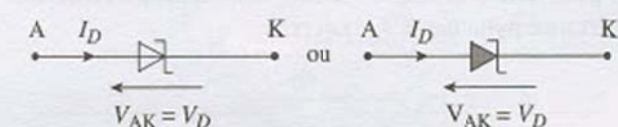
Une diode ne peut pas passer instantanément de l'état bloqué à l'état passant.

Le temps de recouvrement direct, noté t_{dr} dans les documents constructeur, est le temps nécessaire à la diode pour passer de l'état bloqué à l'état passant.

Les temps t_{rr} et t_{dr} limiteront donc la fréquence de commutation de la diode.

6.4 CAS PARTICULIER DE LA DIODE SCHOTTKY

■ Symboles



■ Caractéristiques techniques

L'avantage de ces diodes est de posséder une tension de seuil moins importante (de l'ordre de 0,3 volts).

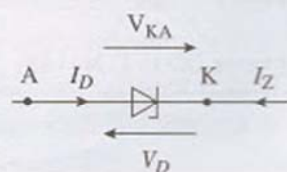
L'autre avantage est de pouvoir commuter rapidement de l'état bloqué à l'état passant, leur temps de recouvrement inverse, t_{rr} , étant quasiment nul.

Ces diodes sont utilisées en haute fréquence.

Les constructeurs précisent généralement la fréquence limite d'utilisation.

6.5 LA DIODE ZENER

■ Symbole

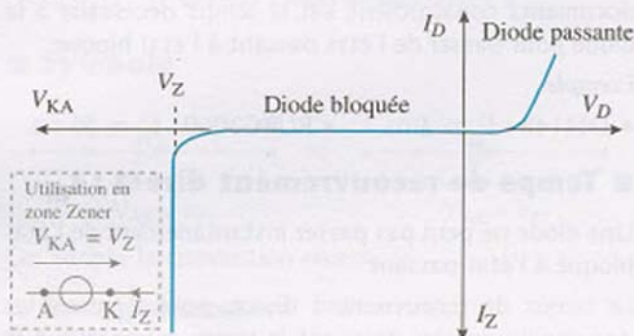


■ Caractéristique $I_D = f(V_D)$

Dans le sens direct (V_D et I_D positifs), cette diode présente la même caractéristique qu'une autre diode.

Elle n'a d'intérêt qu'en utilisation dans le sens inverse (V_D et I_D négatifs) où les notations changent et deviennent $V_{KA} = -V_D$ et $I_Z = -I_D$. Dans ce sens, cette diode ne présente pas de zone de claquage :

- si $V_{KA} < V_Z$, alors $I_Z = 0$ (interrupteur ouvert) ;
- sinon, $V_{KA} = V_Z$, quel que soit le courant I_Z la traversant.

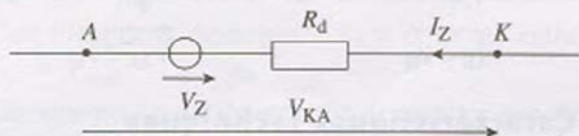


V_Z est appelée tension ZENER. Les constructeurs précisent la valeur de la tension ZENER. Un large choix est proposé, de 2 V à 300 V.

La valeur maximale du courant I_Z pouvant traverser la diode, et celle de la puissance dissipée ($V_Z \times I_Z$) dans la zone ZENER, sont aussi des caractéristiques de choix importantes.

■ Résistance dynamique

En polarisation ZENER, le schéma équivalent présente une résistance dynamique R_d non nulle.



Si I_Z varie, alors V_{AK} varie aussi.

■ Utilisation

Les diodes ZENER sont appréciées pour leur tension V_Z stable. On les trouve souvent associées à des fonctions de :

- référence de tension ;
- écrêtage d'une tension ;
- alimentation continue de petite puissance.

6.6 TECHNOLOGIE DES DIODES ET DIODES ZENER

Diode en boîtier plastique DO204 (IN4000)



Diode en boîtier verre DO35 (IN4148)



Diodes Zener 500 mW en boîtier verre DO35 (BZX55C)

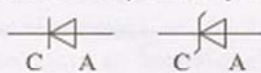


Diode Zener 1,3 W en boîtier verre DO41 (BZX85C)



■ Constitution

Ces composants semi-conducteurs élémentaires sont encapsulés en boîtiers en plastique ou en verre (ou métal pour les fortes puissances). Leurs modèles montrent que ce sont des composants polarisés.



■ Marquage

La référence est en général marquée en toutes lettres autour du composant ce qui tient de l'exploit pour les diodes en boîtier DO35 de 1,7 mm de diamètre. Elle est plus rarement inscrite selon le code des couleurs.

■ Domaine d'application

Chaque type de diode répond à des caractéristiques et des propriétés spécifiques. Un guide de choix de fabricant de composant et/ou les fiches techniques du produit sont les éléments à consulter pour choisir un composant.

Voir aussi le chapitre « redressement » pour les diodes spécialement conçues pour cette fonction.

■ Montage

Le montage doit donc respecter l'orientation des diodes et diodes ZENER. La cathode C est toujours repérée par une bague qui fait le tour du composant. Cette bague est parfois difficile à reconnaître sur certains boîtiers DO35. La diode doit être montée conformément à la représentation portée sur la sérigraphie ou le plan de montage (dessin du composant ou représentation structurelle).

NOTIONS IMPORTANTES

- Une diode possède 2 régimes de fonctionnement.
- Avant de raisonner sur un montage, il faut savoir si une diode est bloquée ou passante.
- La forme de la caractéristique $V_D = f(I_D)$ d'une diode.
- Les différents schémas équivalents d'une diode.
- La définition des différentes valeurs du courant et de tension à ne pas dépasser.
- Les avantages de la diode SCHOTTKY.
- La caractéristique d'une diode ZENER et ses applications.
- Avant le montage d'une diode, il faut repérer la cathode, la diode ayant un sens de montage.