

LA DIODE

1) La jonction PN

Si l'on réunit deux matériaux dopés respectivement P et N, on crée une jonction PN (figure 1).

Dans une zone d'épaisseur d'environ 1 micron, les ions + et - peuvent migrer et se neutraliser, créant une zone neutre constituant une barrière de potentiel qui ne peut être franchie que par la rupture de liaisons de covalence.

Ceci se produira d'autant plus facilement que les électrons de valence seront plus éloignés du noyau.

Dans un cristal de germanium, les fuites seront beaucoup plus fortes que dans un cristal de silicium.

Si l'on applique à la jonction PN une polarisation inverse (figure 2), le générateur attire les porteurs vers l'extérieur du barreau. Les atomes proches de la jonction vont se trouver « à découvert ».

Dès que les porteurs seront un peu éloignés, les forces de rappel dues aux atomes à découvert seront telles que le déplacement des porteurs sera stoppé.

La barrière de potentiel se renforce. Le courant ne peut plus passer (en réalité, il subsiste le très faible courant de fuite dont nous avons parlé précédemment).

Si maintenant on applique aux bornes de la jonction une polarisation directe (figure 3), on accroît le nombre de porteurs dans le barreau, ce qui a tendance à réduire l'épaisseur de la jonction.

Dès que l'on dépasse la tension de la barrière de potentiel, il y aura passage de courant (Ge: 0,3 V ; Si : 0,7 V).

La jonction polarisée dans le sens direct est conductrice.

Si la tension appliquée aux bornes de la jonction PN est délivrée par une source de tension alternative, le courant ne pourra passer que lorsque la jonction sera en polarisation directe. Le courant ne pouvant passer que dans un seul sens, la jonction PN aura un effet de redressement du courant. On appellera la jonction PN redresseur de courant ou diode.

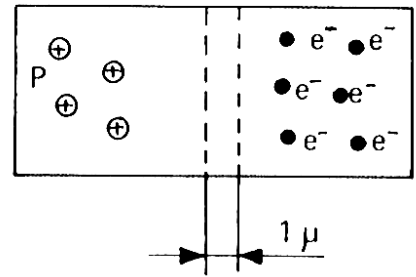


Fig. 1

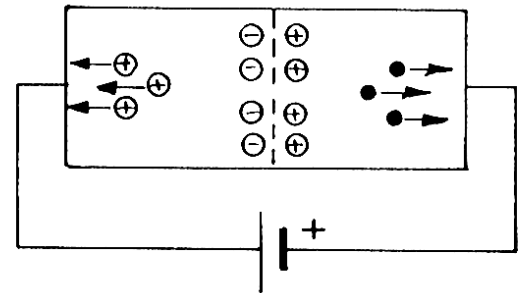


Fig. 2

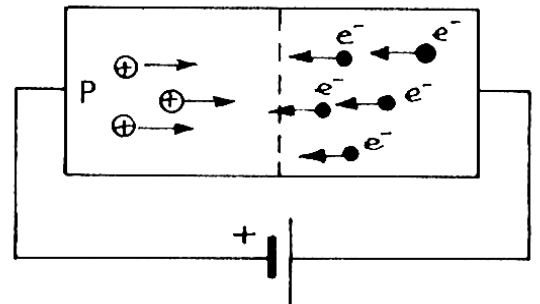


Fig. 3

2) Caractéristiques de la diode - Représentation – Propriétés

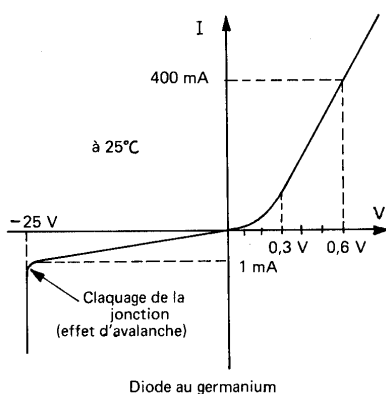


Fig. 4

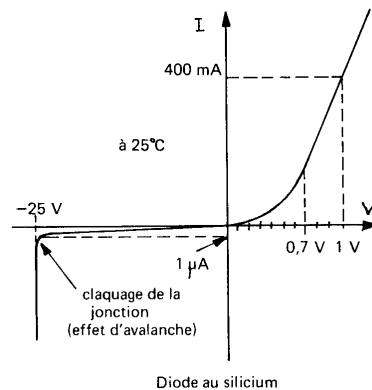


Fig. 5

Nota: Etant donné la très grande différence entre les caractéristiques directes et inverses des diodes, les échelles n'ont pu être respectées dans les graphiques ci-contre.

On remarquera :

- 1) Le courant inverse est environ 1 000 fois plus grand dans le germanium que dans le silicium.
- 2) La tension de seuil de conduction est beaucoup plus faible pour le germanium, ce qui le fera préférer pour la détection de signaux de faible amplitude.
- 3) Contrairement à ce qui se passait avec les tubes à vide, le courant direct n'est pas limité. Seule la puissance admissible pour la diode limite son utilisation.

Puissance admissible:

A tout courant fourni par la diode correspond une tension à ses bornes (1 à 1,5 V), soit une puissance : $P = V \cdot I$.

La puissance maximale dissipable dépend de la construction de la diode. En général, le constructeur préfère indiquer le courant maximal admissible I_{max} .

Il ne faut pas oublier que le courant inverse augmente avec l'échauffement (double tous les 10°C pour le germanium et tous les 7°C pour le silicium).

La température maximale de fonctionnement est de l'ordre de + 85 à 100°C pour le germanium, de + 150 à 200°C pour le silicium.

Symbole :

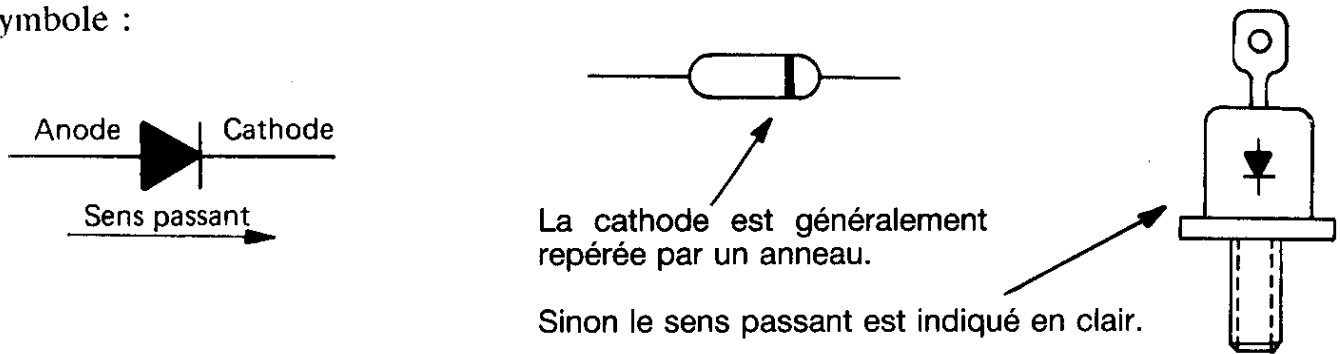


Fig. 6

Lorsque l'on veut redresser les forts courants, il faut augmenter la surface de la jonction. On augmente en même temps le courant inverse et la capacité, d'où limitation aux basses fréquences.

Pour travailler en hautes fréquences, on cherche une capacité minimale. On a créé dans ce but la diode à pointe. Lors de la soudure du fil d'or (ou de tungstène) sur le semi-conducteur, il y a une microdiffusion créant le semi-conducteur dopé complémentaire.

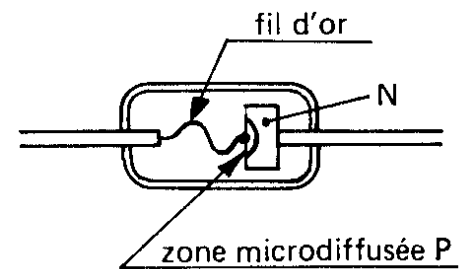


Fig. 7

3) Autres types de diodes

1) Diode Zener :

Construite de manière à ce que sa tension de claquage en inverse soit nettement définie, on doit l'employer dans une plage de courant assez réduite, comprise entre sa tension de coude I_{zk} et I_z max qui correspond à sa puissance maximale admissible. La tension Zener peut être comprise entre 3 V et 100 V.

Emploi:

- Diode stabilisatrice de tension.

Défauts:

- Plage de régulation de courant réduite.

- La tension varie légèrement suivant l'intensité du courant.

- La tension de Zener varie également avec la température (pour obtenir une tension stable, on choisira une Zener dont le coefficient de température est presque nul: 5,1 V à 6,8 V ou 8,2 V selon le fabricant).

2) Diode Varicap - Varactor:

Une diode polarisée en inverse se comporte comme un ensemble de charges (+) séparées des charges (-) par une zone neutre (isolante). C'est la structure d'un condensateur. Lorsque la tension inverse augmente (en valeur absolue), la barrière de potentiel s'élargit, donc la capacité diminue. Une diode réalisée spécialement pour cette application s'appelle varicap.

Applications :

- Ajustement de fréquence des oscillateurs (très employé avec les PLL).
- Modulation de fréquence (NBFM).

Le varactor est une diode varicap dont la capacité (non linéaire) varie fortement avec la tension. Lorsqu'une tension alternative est appliquée à un varactor, ce dernier génère à ses bornes tous les harmoniques de la fréquence fondamentale appliquée.

Emploi:

- Le varactor est principalement employé comme multiplicateur de fréquence en URF et en hyperfréquences.

3) Diode à porteurs chauds ou H.C.D. (Hot Carrier Diode) ou diode Schottky:

C'est une diode à liaison métal/semi-conducteur de type N dans laquelle les électrons sont très mobiles. Elle permet des fréquences de travail beaucoup plus élevées et une tension directe beaucoup plus faible que la diode à jonction PN classique.

Emploi:

En VRF et au-dessus ; en mélangeur ou en détecteur.

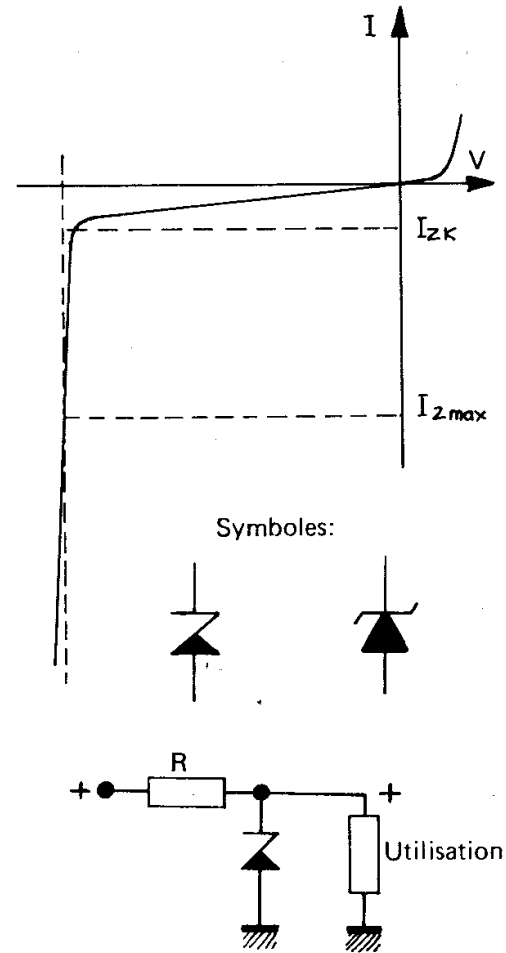


Fig. 8

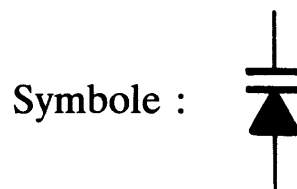


Fig.9

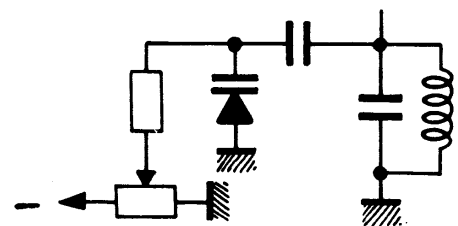


Fig. 10

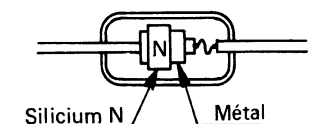


Fig.11

4) Diode Tunnel ou diode Gunn :

Construite à partir d'arséniure de gallium de type N, sa caractéristique I, V présente une zone à pente négative (résistance négative). On peut ainsi constituer des oscillateurs délivrant de 0,1 à 1 W jusqu'à près de 30 GHz. Le rendement est de 2 à 5 %.

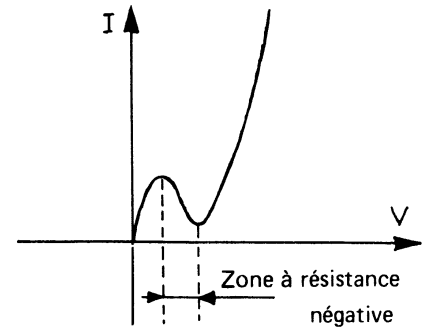


Fig. 12

5) Diode PIN :

Elle est composée de régions P et N fortement dopées séparées par une région intrinsèque.

a) Lorsque la région intrinsèque est assez épaisse (10 à 100 μ), on peut réaliser des redresseurs haute tension ayant malgré tout une résistance directe faible même avec de forts courants.

b) En VHF et au-dessus, le temps de recouvrement long de la partie centrale ne permet pas le redressement. La diode PIN s'emploie alors en résistance variable dans les atténuateurs d'entrée commandés par la tension de CAG.

Avantage:

- Excellente en ce qui concerne l'intermodulation.

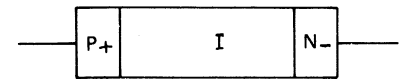


Fig.13

6) Diode électroluminescente (LED) :

Constituée par une jonction PN d'un cristal qui produit une luminescence autour de la jonction lorsque celle-ci est polarisée en direct. Les jonctions sont faites à partir d'arséniure de gallium (Ga As), de phosphure de gallium (Ga P) ou d'une combinaison des deux, l'arsénophosphure de gallium (Ga As P).

Nota: La couleur émise est produite par la nature du cristal employé et non par celle du boîtier en plastique.

- La tension directe est d'environ 1,5 V (peut s'employer en régulateur de tension).
- Il est possible d'en effectuer des groupements pour former des afficheurs

7) Diode solaire:

Il se produit un phénomène de conversion photovoltaïque. Lorsqu'un photon atteint la jonction, il libère une paire électron-trou qui ne peut se recombiner par l'effet de barrière de potentiel de la jonction. Ceci augmente le nombre de trous dans la région P et le nombre d'électrons dans la région N.

- La tension délivrée par une diode solaire est de l'ordre de 0,5 V.

- Le courant (sous éclairage normal) est d'environ 25 mA/cm².

- Le rendement atteint 11 à 12 %.

Les panneaux solaires sont constitués par l'assemblage de plusieurs diodes solaires.

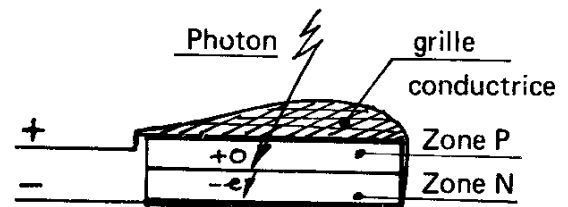


Fig.14