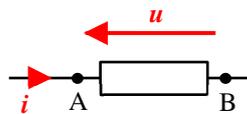


Diode et LED

Prérequis :

Convention récepteur : sens du courant et flèche tension opposés (u et i sont algébriques).



Dipôle linéaire : la relation $u(i)$ ou $i(u)$ est une équation différentielle linéaire.

Le résistor ($u_R = R i_R$), le condensateur ($i_C = C \frac{du_C}{dt}$) et la bobine idéale ($u_L = L \frac{di_L}{dt}$) sont des dipôles linéaires.

Dipôle symétrique : le sens de branchement est indifférent.

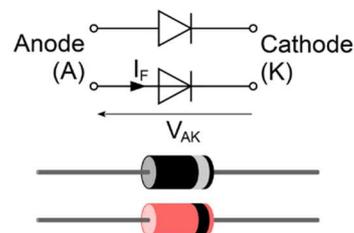
Diode

Symboles et caractéristiques

La diode (du grec di deux, double ; odos voie, chemin) est un composant électronique.

C'est un dipôle **non-linéaire** et **non-symétrique**.

Rq : I_F (F pour forward) est appelé courant direct parfois noté I_D .



Sans autre précision, ce mot désigne un dipôle qui ne laisse passer le courant électrique que dans un sens.

Ce dipôle est appelé diode de **redressement** lorsqu'il est utilisé pour réaliser les redresseurs qui permettent de transformer le courant alternatif en courant unidirectionnel.

Fonctionnement

La diode possède deux régimes de fonctionnement : **bloqué** et **passant**.

Ces régimes de fonctionnement dépendent de la valeur de la tension $u = V_{AK}$ aux bornes de la diode par rapport à la tension de seuil caractéristique de la diode.

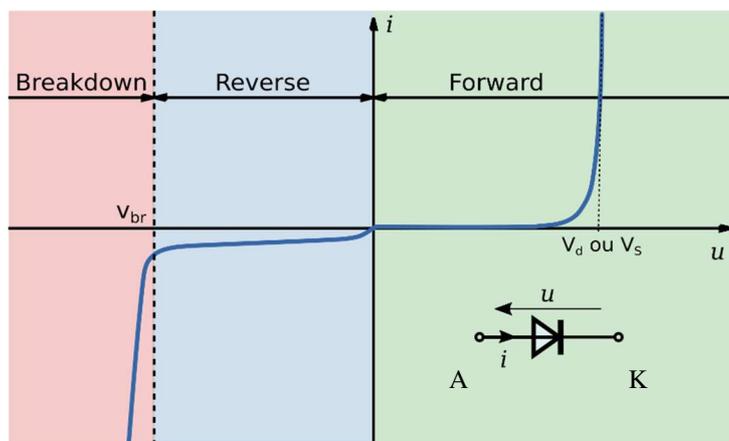
Diode bloquée (reverse) :

$$0 \leq u < V_S \text{ (tension de seuil)} \Leftrightarrow i = 0$$

Diode passante (forward) :

$$u \geq V_S \text{ (tension de seuil)} \Leftrightarrow i > 0$$

 Pour $u < 0$ (diode polarisée en « inverse »), veiller à ne pas dépasser la tension de claquage sous peine de destruction de la diode.



Technologie

La plupart des diodes sont réalisées par la jonction de deux **semi-conducteurs** : l'un dopé « P » (substrat déficitaire en électrons c'est-à-dire riche en trous ou lacunes positives) l'autre dopé « N » (substrat riche en électrons libres négatifs).

La connexion du côté P s'appelle l'anode ; celle du côté N porte le nom de cathode.

Pour les diodes cylindriques, le côté de la cathode est généralement repéré par un anneau de couleur. D'autres formes de repérage existent selon la nature de l'encapsulation de ces composants.

Test d'une diode au multimètre

En mode testeur de diode, suivant le sens de la diode entre les bornes du multimètre, celui-ci indique :

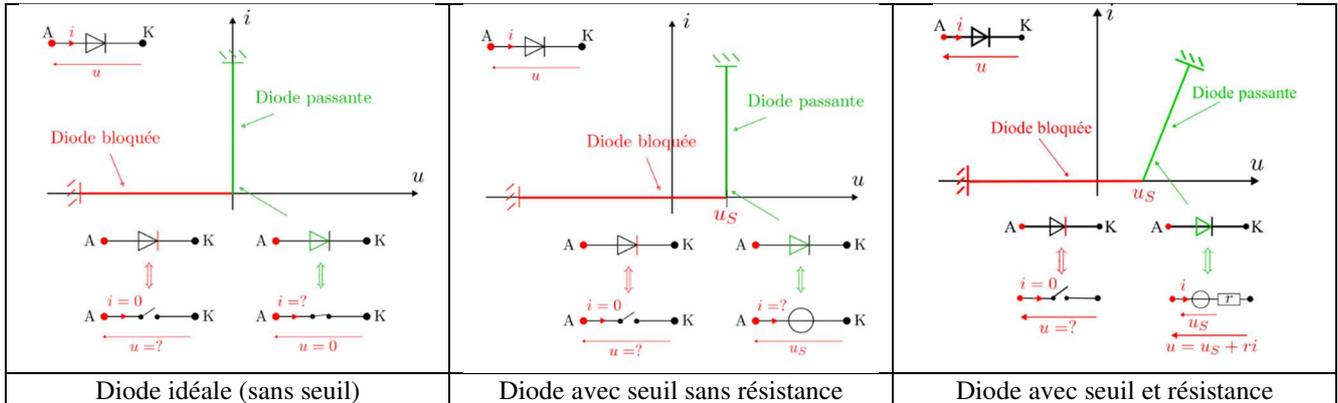
- soit la tension de seuil V_S en V (de l'ordre de 0,6 V pour une diode dite de signal) ;
- soit « O.L. » (overlay = dépassement de capacité en raison d'une résistance infinie ce qui signifie que la diode est bloquée).

Modélisations

Le modèle *théorique* de diode donne pour $i(u)$ une allure exponentielle.

En *pratique*, on utilise des modèles simplifiés en fonction de la précision souhaitée mais tous consistent en une **linéarisation par morceaux de la caractéristique** ci-dessus.

Ces modèles font apparaître la tension de seuil V_S et éventuellement une résistance liée à la pente de la partie oblique. Si la tension de seuil est négligeable devant les autres tensions elle est négligée.



Le modèle pertinent dépend des conditions d'utilisation de la diode : la tension de seuil peut parfois être négligée si elle est « petite » devant la tension appliquée au circuit.

Tracé de la caractéristique d'une diode

Principes

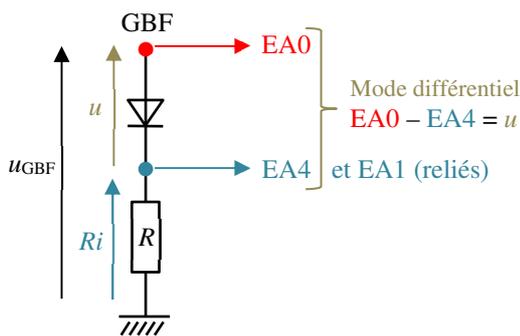
- Mesurer simultanément la tension u aux bornes de la diode et la tension u_R aux bornes d'une résistance (proportionnelle à l'intensité dans la diode).
- Faire varier lentement la tension afin de parcourir la caractéristique ; cette variation est assurée soit par le GBF soit par la carte Sysam en utilisant une tension variable très basse fréquence.

⚠ **Protection** diode : tension u_{GBF} sinusoïdale à *valeur moyenne non nulle* afin d'éviter le claquage de la diode (cf. page 1).

⚠ **Protection** diode : la valeur de R est choisie afin de limiter le courant à *quelques dizaines de mA*.

⚠ **Mesures** : il existe un *problème de masse* (la masse est imposée par le GBF et le CAN Sysam) : il n'est pas possible de mesurer directement u et u_R .

Proposition n°1 – GBF + Sysam



Réglage GBF (tension sinusoïdale)

- ✓ Décalage (offset) : 3 V (réglage valeur moyenne de u_{GBF})
- ✓ Amplitude : 3 V (6 V_{PP} « peak-peak »)
- ✓ Fréquence : 100 mHz

Paramétrage acquisition Sysam

- ✓ Tension u mesurée en mode différentiel EA0 - EA4 notée EA04_D
- ✓ Tension u_R mesurée par EA1
- ✓ Mode XY (u en abscisse, u_R en ordonnée)
- ✓ Pas 0,01 V

Composants

- ✓ Diode ou LED
- ✓ R de l'ordre de 1kΩ (à adapter)

⚠ Ajuster les sensibilités des voies, le nombre de points, l'instant du déclenchement, les réglages de R et du GBF afin d'obtenir une courbe satisfaisante.

Il est ensuite possible de déterminer graphiquement la tension de seuil.

Proposition n°2 – Sysam seule

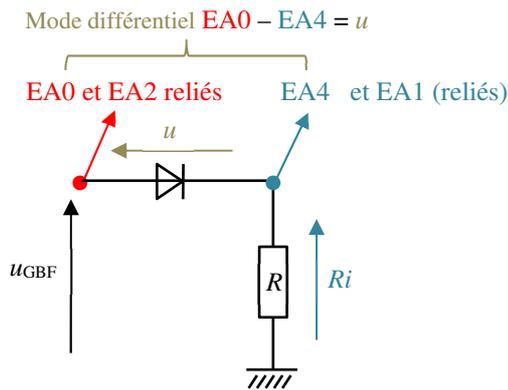
Le GBF est remplacé par l'une des sorties programmables de la carte Sysam (bornes SA1 ou SA2).

Le montage est identique en remplaçant le GBF par la sortie SA1 programmée depuis Latispro (1 Hz, mini = -1 V, maxi = 5 V, variation 10 mV).



Redressement

La diode ne conduisant que dans un seul sens, elle peut être utilisée pour « redresser » une tension ou un courant.



Réglage initial du GBF (tension sinusoïdale)

- ✓ Décalage (offset) : 0 V (valeur moyenne nulle)
- ✓ Amplitude : 10 V (20 V_{PP} « peak-peak »)
- ✓ Fréquence : 50 Hz

Paramétrage acquisition Sysam

- ✓ Superposer les trois tensions $u_{GBF}(t)$ (voie EA2), $u(t)$ (voie EA04_D) et $u_R(t)$ (voie EA1).

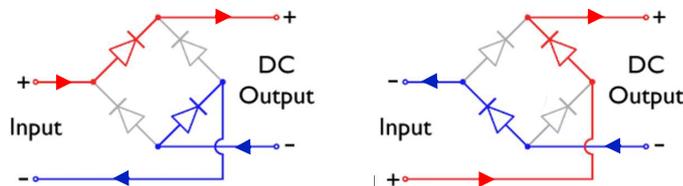
Vérifier que les courbes $u(t)$ et $u_R(t)$ sont conformes au fonctionnement de la diode.

Régler l'amplitude du GBF à 2 V (4 V_{PP}) : quelle sont les différences entre ces courbes et les précédentes ? Expliquer.

Complément (à lire)

Le défaut de ce montage réside dans le fait que les alternances négatives sont supprimées (l'énergie fournie par le générateur durant ces alternances est donc perdue).

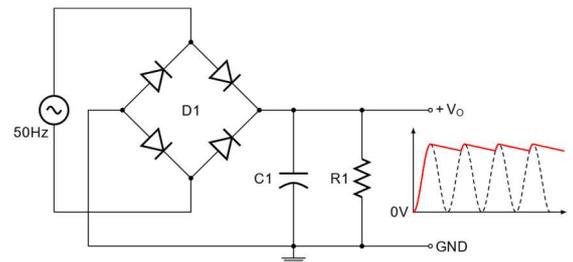
Il est possible de « redresser » les alternances négatives en utilisant un pont de Graetz à diodes.



⚠ **Mesures** : il existe un *problème de masse* (mesure différentielle nécessaire pour visualiser la tension en sortie du pont).

Un condensateur placé en dérivation sur la résistance permet alors de filtrer la tension de sortie, on parle également de détection d'enveloppe (cf. ci-dessous).

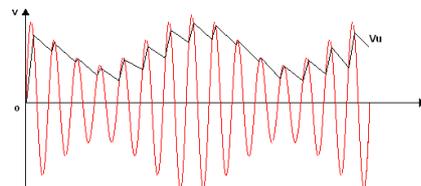
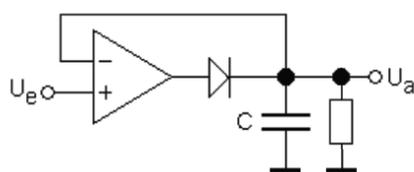
La charge du condensateur lorsque la tension en sortie du pont augmente permet de restituer cette énergie lorsque la tension décroît et donc de compenser cette décroissance (l'objectif étant d'obtenir une tension la plus constante possible).



Détection d'enveloppe

Le montage ci-dessous réalise une détection d'enveloppe, *sans seuil* grâce à l'ALI.

Un montage de ce type est utile pour réaliser une démodulation d'amplitude (lorsque l'information utile est contenue dans les variations d'amplitude d'une onde « porteuse »).



R et C : boîtes à décades.

Réglage GBF (tension sinusoïdale)

- ✓ Décalage (offset) : 0 V
- ✓ Amplitude : quelques volts
- ✓ Fréquence de l'ordre du kHz
- ✓ Bouton « Mod » Depth ≈ 40 %
- ✓ Bouton « Utility » Sync On



⚠ Synchronisation de l'oscilloscope et du GBF – Utilisation d'une synchronisation externe

- ✓ Relier « Ext Trig In » à l'arrière de l'oscilloscope à « Sync Out » à l'arrière du GBF
- ✓ Bouton « Trigger », choisir Source Ext



Diode électroluminescente

Symbole et caractéristiques

Une diode électroluminescente (abrégé en DEL en français, ou LED, de l'anglais : light-emitting diode), est un dispositif opto-électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.

Une diode électroluminescente ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens (le sens passant, comme une diode classique, l'inverse étant le sens bloquant) et produit un rayonnement monochromatique ou polychromatique non cohérent à partir de la conversion d'énergie électrique lorsqu'un courant la traverse.

