

TP n° 5 : Tracé de caractéristique par une méthode voltampèremétrique

Objectifs : Tracer la caractéristique d'un dipôle par une méthode voltampèremétrique puis l'analyser.

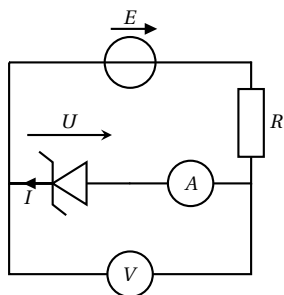
Matériel :

- Générateur de tension stabilisée,
- diode Zéner,
- 2 multimètres numériques,
- Résistance $R = 100\Omega$.

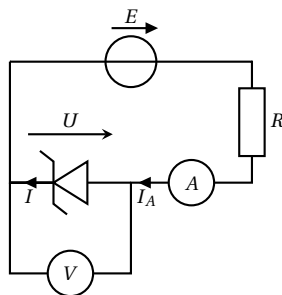
1 Tracé de la caractéristique statique d'une diode Zener

1.1 Montage amont, montage aval

Le tracé d'une caractéristique statique peut s'effectuer par une méthode voltampèremétrique, c'est-à-dire en utilisant un voltmètre et un ampèremètre numérique. On rappelle qu'il existe deux montages possibles pour réaliser ce tracé :



Montage amont



Montage aval

Par la suite, on admettra qu'il est préférable d'utiliser **le montage aval** dans la situation qui nous intéresse. Le générateur utilisé dans ce montage est une **alimentation stabilisée**. Dans les conditions de cette expérience, on admet qu'on peut l'assimiler à une **source idéale de tension** de force électromotrice réglable (avec les boutons "COARSE" et "FINE"). La résistance de 100Ω a pour rôle de limiter l'intensité du courant afin de protéger la diode d'une surchauffe qui pourrait l'endommager (la puissance consommée par la diode est dissipée par effet Joule).

- 1) (*S'approprier*) Reproduire le schéma du montage aval sur votre compte-rendu. Placer les bornes COM, V et mA des appareils de mesure de manière à ce que ceux-ci affichent bien le courant et la tension dans le sens indiqué. En quelle convention la caractéristique de la diode sera-t-elle tracée ?
- 2) (*Analyser*) Dans le montage aval, il apparaît inévitablement un biais sur la valeur de l'intensité car on mesure I_A au lieu de I . Au cours de vos mesurages, la tension aux bornes de la diode ne dépassera pas 5V en valeur absolue. En déduire un majorant de l'erreur $|I - I_A|$ que l'on commettra sur la valeur de l'intensité. On rappelle que la résistance d'entrée du voltmètre numérique vaut $R_V = 10^7\Omega$.

► Avant de commencer les manipulations, allumez les générateurs (bouton poussoir ("POWER") rouge fin et vertical situé au centre du boîtier, entre l'alimentation stabilisée à gauche et le générateur basse fréquence (GBF) à droite). Vous verrez des valeurs s'afficher sur l'écran digital de l'alimentation stabilisée. Regardez ensuite le bouton poussoir carré au centre de l'alimentation stabilisée ("OUTPUT ON"). Vérifiez qu'il est enclenché, vous verrez un voyant lumineux rouge s'allumer au centre de l'écran. **ATTENTION : si ce bouton n'est pas enclenché, l'alimentation stabilisée ne fonctionnera pas, même si le boîtier est allumé!**

► ATTENTION : Le sens de branchement de la diode a une importance. Sur le composant, vous verrez un fin trait noir peint à l'une des extrémités. Il s'agit de la borne de la diode qui correspond sur le schéma **à la pointe de la flèche**. Soyez-y vigilant lorsque vous allez monter votre circuit.

► ATTENTION : Avant d'allumer les multimètres, vérifiez qu'ils sont correctement réglés (V $\overline{\text{---}}$ pour le voltmètre et A $\overline{\text{---}}$ pour l'ampèremètre). Vérifiez également qu'ils sont (au départ) sur le calibre le plus élevé. Retenez que si un multimètre affiche la valeur "1.", cela signifie que vous êtes sur un calibre trop bas (c'est-à-dire inférieur à la valeur affichée). Il faudra alors remonter sur un calibre plus élevé.

1.2 Réalisation expérimentale

1.2.1 Diode en polarisation directe

Dans un premier temps on étudie le comportement de la diode quand elle est soumise à une tension $U > 0$ (on parle de **polarisation directe**).

► Fixez la tension d'alimentation E à environ zéro en tournant les boutons de réglage "COARSE" et "FINE" en butée. Notez les valeurs lues sur le voltmètre et l'ampèremètre dans un tableau. Pour information, les boutons "COARSE" et "FINE" permettent tous les deux de modifier la tension d'alimentation. Le bouton "COARSE" permet de faire varier rapidement la tension sur un grand intervalle (plus de dix volts). Le bouton "FINE" fonctionne sur un intervalle plus petit (moins de deux volts) mais du coup il permet d'effectuer un réglage plus fin.

► Changez le point de fonctionnement de la diode en augmentant la tension d'alimentation. Vous mesurerez une quinzaine de couples (U, I) et vous noterez ces valeurs proprement dans votre tableau. **Montez jusqu'à une intensité de 10 mA mais pas davantage.**

1.2.2 Diode en polarisation inverse

Dans un deuxième temps on étudie le comportement de la diode quand elle est soumise à une tension $U < 0$ (on parle de **polarisation inverse**). Pour cela, il suffit de changer le sens de branchement de l'alimentation stabilisée.

► Répétez les consignes de la partie précédente.

► Suivez les instructions du fichier "TP_caractéristique_voltampèremétrique.ipynb" pour tracer l'allure de la caractéristique statique.

1.3 Analyse de la caractéristique statique

3) (*Valider*) La diode Zener est-elle linéaire ? Est-elle symétrique ou polarisée ? Est-ce un dipôle actif ou passif ? Justifier chaque réponse.

4) (*Valider*) Identifier les trois parties de cette caractéristique (diode passante en polarisation inverse, diode bloquante, diode passante en polarisation directe).

La tension à partir de laquelle la diode Zener devient passante en polarisation directe s'appelle la **tension seuil** U_s . En donner une valeur approximative.

La tension à partir de laquelle la diode Zener devient passante en polarisation inverse s'appelle la **tension Zener** U_z (ou bien **tension de claquage**). En donner une valeur approximative.

En théorie, l'intensité en polarisation directe peut être modélisée par une variation exponentielle :

$$I \simeq I_s e^{\beta U} \quad (1)$$

où I_s et β sont indépendants de U et sont constants à température fixée. I_s est un courant extrêmement faible dont on ne cherchera pas à déterminer la valeur. En revanche, nous pouvons vérifier si le modèle exponentiel est compatible avec les observations expérimentales. Pour cela, il peut être intéressant de tracer le graphe $\ln I = f(U)$.

5) (*Analyser*) À quelle allure doit-on s'attendre pour le graphe $\ln I = f(U)$ si la relation (1) est compatible avec les mesures ?

► Suivez les instructions du fichier "TP_caractéristique_voltampèremétrie.ipynb" pour réaliser une régression linéaire du graphe $\ln I = f(U)$.

6) (*Valider*) Au vu du graphe obtenu, peut-on considérer que le modèle de la relation (1) est compatible avec les observations expérimentales ?