

Université Frères Mentouri-Constantine 1
 Faculté des Sciences de la Technologie
 Département d'électronique
Licence 2 : électronique
UEM : TP électronique fondamentale
Volume horaire : 1h30

Nom et Prénom :	Groupe :
•	
•	
•	
N° Paillasse :	Date : / / 2018

TP 02 : Etude d'une Diode Zener

I. Objectifs du TP :

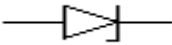
Le but de ce TP est de permettre à l'étudiant de :

- Relever la caractéristique $I = f(V)$ d'une diode Zener dans le sens directe et inverse.
- Déterminer la résistance dynamique d'une diode Zener.

II. Rappel théorique :

La diode Zener est faite pour fonctionner en régime de claquage inverse. La tension inverse aux bornes de la diode V_z , dans la zone de claquage, varie peu entre (V_{max} , V_{min}).

- I_{min} est l'intensité au-dessous de laquelle la tension n'est plus stabilisée.
- I_{max} est l'intensité au-dessus de laquelle, la puissance $P = V_z \times I_{max}$ dissipée dans la diode devient destructrice [1].

SYMBOLE	Anode  Cathode
FONCTION	La fonction principale d'une diode Zener est de maintenir une tension constante à ses bornes. Ce sont des diodes stabilisatrices de tension.
SPECIFICATIONS TYPES	Puissance nominale $P_{Z\ NOM}$: [W]. Tension inverse nominale : U_Z [V]. Courant Zener maximal : $I_{Z\ MAX}$ [A].
TECHNOLOGIE	Toutes les diodes Zener sont réalisées à l'aide de silicium. Les Zener les plus courantes ont une $P_{Z\ NOM} = 450\ mW$
UTILISATIONS	La grosse majorité des Zener sont utilisées dans des circuits de commande à peu de consommation. Egalement comme circuit de limitation ou écrêtage.
METHODE DE CONTRÔLE	Ohmiquement, on mesure uniquement l'état de la jonction PN (ouvert ou court-circuit). Pour mesurer les valeurs principales de sa caractéristique tension-courant, il faut veiller à limiter les courants maximum admissibles.

La caractéristique tension-courant $I_Z = f(U_Z)$ d'une diode Zener résume ces phénomènes :

Dans le sens direct : (positif à l'anode)

La diode Zener se comporte comme une diode conventionnelle.

$U_Z = 0,6V$ et le courant maximum direct dépend du circuit externe à la diode.

Dans le sens inverse : (positif à la cathode)

La diode présente une résistance très petite dès que la tension de claquage, ou tension Zener, pour laquelle elle est construite est atteinte.

La diode est dans ce cas en conduction inverse, et il est impératif de limiter le courant par une résistance en série avec la diode, par exemple.

Dans ce cas, $U_Z \simeq U_{Z\text{NOM}}$.

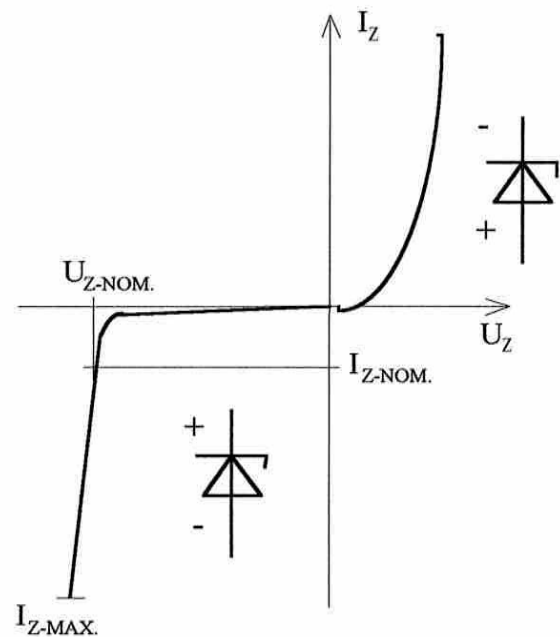


Figure 1

Nous pouvons également établir la valeur de la résistance interne que la diode présente au circuit. Nous parlons de résistance interne dynamique, qui se calcule selon la formule ci-dessous et qui est de valeur généralement très petite :

$$R_{IZ\text{DYN}} = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$$

Retenons encore que si la tension inverse redescend en dessous de la valeur Zener, la diode se bloque à nouveau.

Valeurs pratiques des tensions Zener :

En pratique, pour les diodes dont la tension Zener dépasse **10V**, seul l'**effet d'avalanche** est possible. Ce qui a pour conséquence que la caractéristique de la diode est moins franche (la pente est plus grande) Fig.2, et le coefficient de température est positif.

Les diodes dont la tension Zener est inférieure à **5V** ont une jonction très mince et seul l'**effet Zener** peut avoir lieu, ce qui entraîne que la caractéristique de la diode est très raide Fig.2 et, de plus, ces diodes ont un coefficient de température négatif.

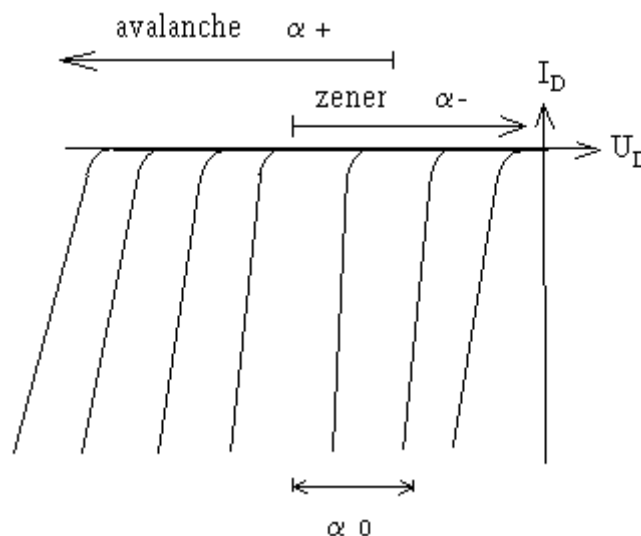


Figure 2

Entre 5V et 10V, les deux effets peuvent se combiner, et la caractéristique est la plus raide ainsi que le coefficient de température qui peut être proche de zéro. Ce qui signifie que les diodes Zener prévues pour un fonctionnement inverse compris entre 5V et 10V seront utilisées pour un fonctionnement très stable.

Selon l'extrait d'un data-book, nous constatons qu'il est possible de rencontrer divers symboles pour la diode Zener. Nous retiendrons pour notre part le symbole normalisé CEI représenté ci-dessus [1].

Principales caractéristiques des diodes Zener :

Nous pouvons repérer le fonctionnement de la diode, avec ses limites, sur la courbe caractéristique $I_Z = f(U_Z)$ de la diode Zener.

Tout d'abord, nous avons vu que la valeur Zener nominale $U_{Z\text{NOM}}$ est donnée pour un courant Zener nominal $I_{Z\text{NOM}}$. Ensuite, la diode Zener présente une valeur de résistance interne **dynamique très faible** dans la zone de fonctionnement. En d'autres termes, pour une **petite variation de la tension** ΔU_Z , la diode modifie fortement le courant ΔI_Z .

$$R_{IZ} = \Delta U_Z / \Delta I_Z \approx 0,1\Omega \text{ à } 1\Omega$$

Enfin, en connaissant la puissance maximale que peut dissiper la diode, de part ses dimensions, nous pouvons calculer le courant Zener maximal qui peut traverser la diode.

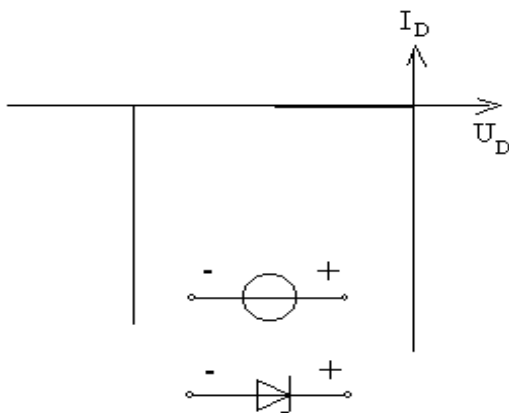
$$I_{Z\text{max}} = P_{Z\text{max}} / U_{Z\text{nom}}$$

De la puissance maximale $P_{Z\text{MAX}}$, nous tirons le courant Zener maximum $I_{Z\text{MAX}}$.

De plus, il est possible de déterminer, comme pour les diodes conventionnelles, une valeur de résistance interne de la diode, soit de manière statique R_{IZ_STAT} soit de manière dynamique R_{IZ_DYN} , en fonction des besoins.

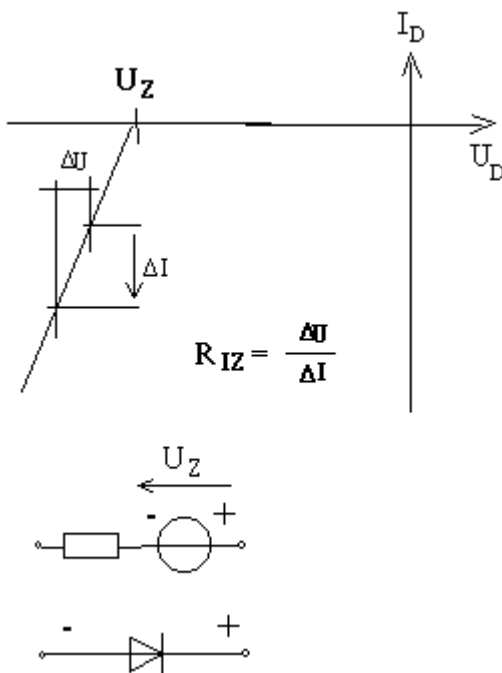
Ce dernier point nous amène à considérer la diode Zener selon la même technique d'approximation utilisée pour les diodes conventionnelles :

- Diode Zener idéale :



La diode zener est à considérer comme un générateur de tension fixe, à la valeur zener nominale, avec une résistance interne nulle.

- Deuxième approximation :



La diode Zener est considérée comme stabilisatrice de tension, mais avec une très légère variation de tension à ces bornes.

Sa résistance interne n'étant plus tout à fait nulle, la tension (inverse) aux bornes de la diode varie légèrement.

Plus le courant qui la traverse est grand, plus la tension (inverse) à ses bornes augmente très légèrement.

En technique de dépannage, il peut être suffisant de considérer la diode zener dans un circuit comme une diode zener idéale.

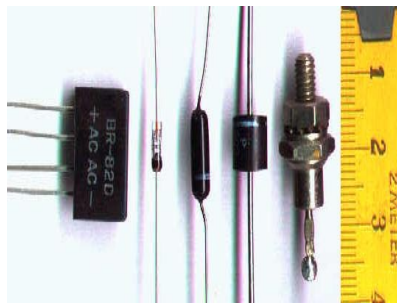
Par contre, dans la conception et le calcul de circuits électroniques, il est souvent nécessaire de prendre en compte la valeur de la résistance interne R_{IZ} [1].

[1] Site web : <https://www.epsic.ch/branches/electronique/techn99/entree/ENTREE1.htm> ; consulté le 07/10/2017

III. Partie expérimentale :

Matériel utilisé :

- Une alimentation stabilisée.
- Un milliampèremètre.
- Un voltmètre.
- Une boîte de résistance AOIP x 100 Ω
- Une maquette sur laquelle sont montés les composants.



Différents types de Diodes



Diode Zener

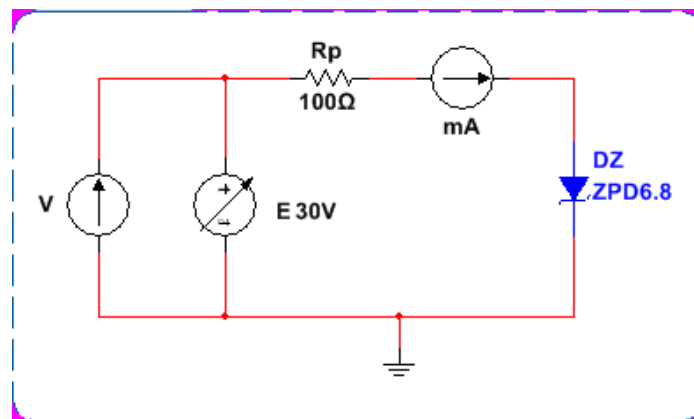
Travail demandé :

- A l'aide d'un multimètre mesurer la résistance en direct et en inverse ainsi que la tension de seuil de la diode Zener **ZPD6.8** :

$R_D = \dots\dots\dots$; $R_i = \dots\dots\dots$; $V_S = \dots\dots\dots$;

- **Caractéristique directe et inverse** :

- Réaliser le montage suivant, avec $R_p = 100 \Omega$. **Appelez l'enseignant pour vérifier le montage avant de mettre en marche le circuit.**



- Faire varier la valeur de la tension d'entrée continue **E**, et relever le courant **I** pour une polarisation directe **puis inversez la diode Zener** et faire la même chose pour la polarisation inverse. Compléter les deux tableaux suivants.

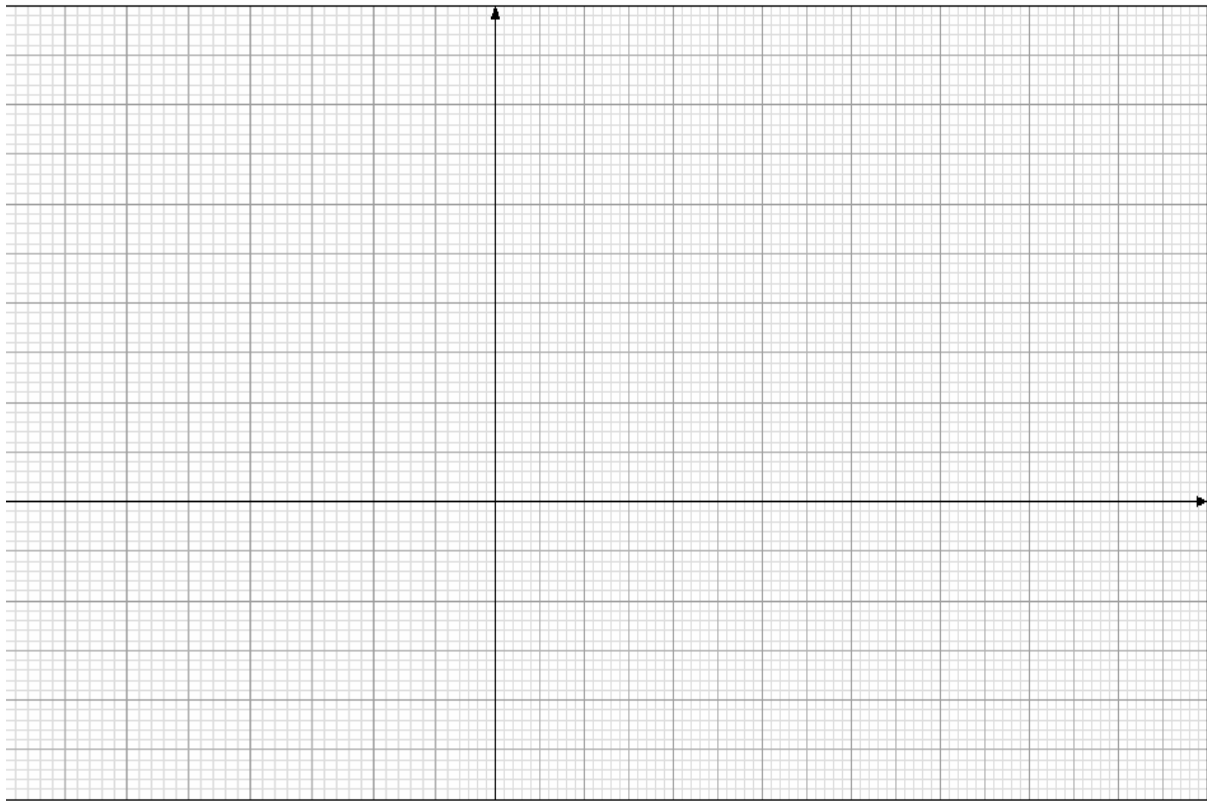
V[V]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
I[μA]											

Tableau de polarisation directe

V[V]	1	2	3	4	4.4	4.8	5	5.4	5.8	6	6.2	6.6	6.8	7
I[μA]														

Tableau de polarisation inverse

- Tracer les caractéristiques **directe** et **inverse** de la diode Zener sur le graphe suivant :



- Déterminer graphiquement la tension de seuil de cette diode : $V_S = \dots\dots\dots$
- Que pouvez-vous déduire de cette valeur (V_S) ?

- A partir de la caractéristique inverse, déterminer la résistance interne dynamique de la diode :

- Si la puissance maximale P_{max} dissipée par la diode égale à 450 mW, calculez dans ce cas le courant Zener maximal qui peut traverser la diode.

- Comparer la caractéristique $I(V)$ directe et inverse de la diode Zener avec celle de la diode à Jonction (étudiée dans le TP précédent). Donner une conclusion.

