
II. Diode Zener

1. Introduction

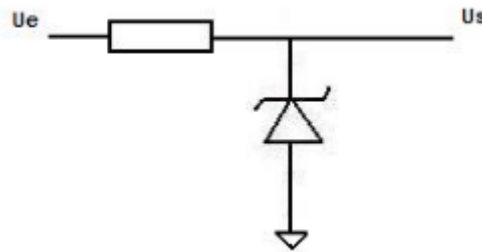
La diode Zener est un composant à jonction PN qui diffère d'une diode de redressement puisqu'elle est conçue pour être opérée en polarisation inverse.

- ✓ Lorsqu'une diode Zener atteint le claquage inverse, sa tension demeure presque constante.
- ✓ Si une polarisation directe est appliquée à une diode Zener, elle fonctionne comme une diode de redressement.

2. Symbole



Sa particularité réside à son fonctionnement en inverse. Ainsi afin d'obtenir une tension constante nous utiliserons le schéma ci-dessous :



- Si U_e est inférieure à la tension reverse de la zener, alors $U_s = U_e$.
- Si U_e dépasse la tension Zener, cette dernière conduit fortement, et on a $U_s = U_z$ (tension Zener)

3. Circuit équivalent Zener

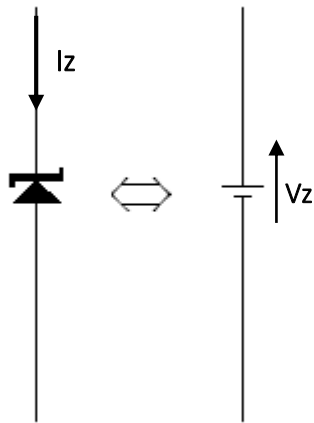


Figure 1: Modèle idéal

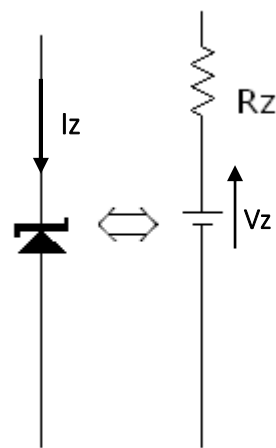


Figure 2 : Modèle Pratique

4. Caractéristiques $I = f(V)$

Les diodes Zener ont une caractéristique semblable à celle d'une diode normale en polarisation directe.

$$V_Z \cong V_{Zmax} \cong V_{Zmin}$$

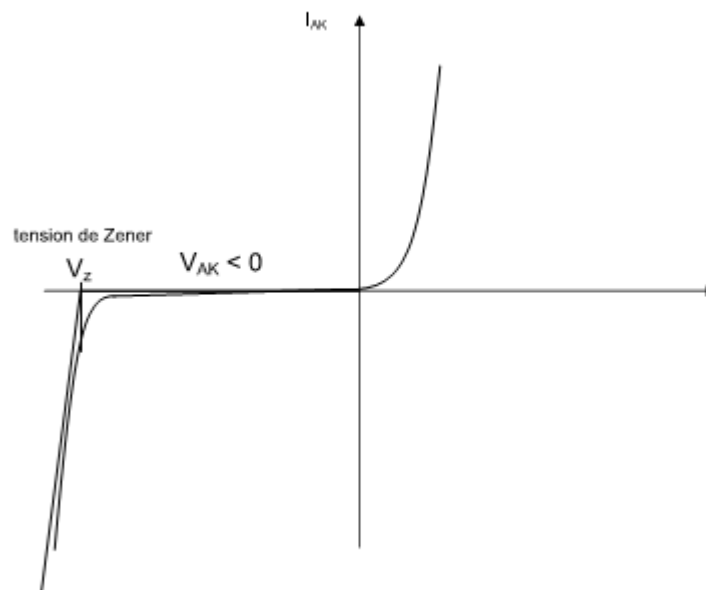


Figure 3

5. Application de la diode Zener

La diode Zener est souvent utilisée comme régulateur de tension dans les blocs d'alimentation.

5.1. Régulation Zener avec tension d'entrée variable

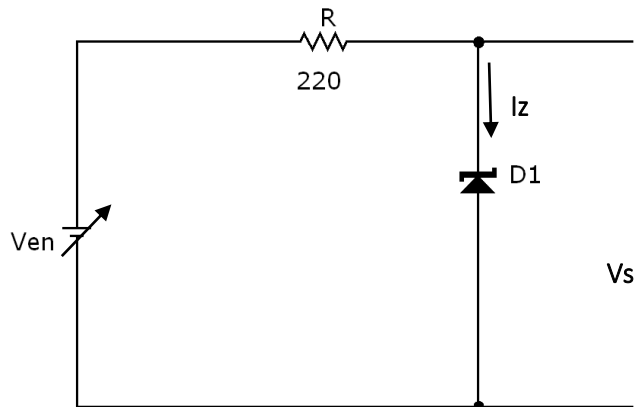


Figure 4

1N4740 de 10 V peut maintenir la régulation pour une échelle de valeurs de courant Zener comprise entre $I_{zmin}=0.25 \text{ mA}$ et $I_{zmax} = 100 \text{ mA}$.

1. Déterminer les tensions d'entrée minimale et maximale pour lesquelles la diode Zener pourra maintenir la régulation.

$V_{emax} = ?$ et $V_{emin} = ?$

$$V_e = V_z + V_R \Rightarrow \begin{cases} V_e(min) = V_z + R I_{zmin} \\ = 10 + 220 \times 0.25 \cdot 10^{-3} \\ = 10,055 \text{ V} \\ V_e(max) = V_z + R I_{z(max)} = \\ = 10 + 220 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = \\ = 32 \text{ V} \end{cases}$$

5.2. Régulation Zener avec charge variable

La diode Zener maintient une tension constante aux bornes de R charge aussi longtemps que le courant Zener est supérieur à I_{zmin} et inférieur à I_{zmax} . Ce procédé est appelé régulation de charge.

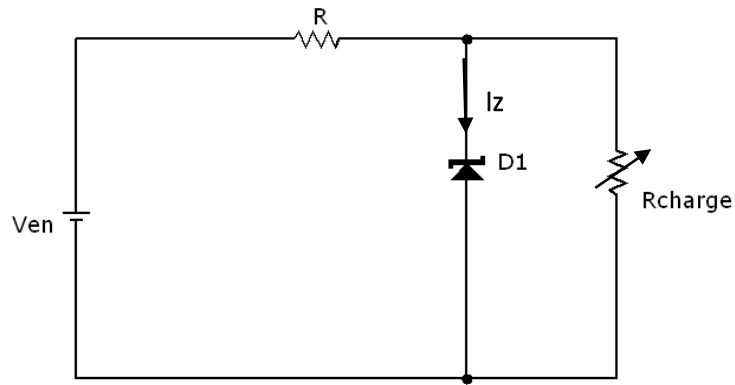


Figure5

Exemple : Soit le circuit de la figure ci-dessous :

On donne : $V_z = 12V$, $I_{zmin} = 1mA$ et $I_{zmax} = 50 mA$?

1. Déterminez les courants de charge minimale et maximale pour lesquels la diode Zener pourra maintenir la régulation.
2. Quelle valeur minimale peut-on utiliser pour R_{charge} :

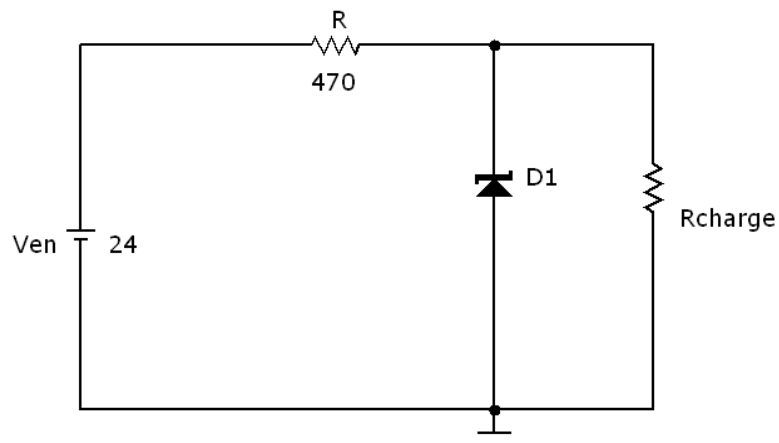


Figure 6

$$I = I_Z + I_{ch}$$

① $I_{ch}(\min) \rightarrow I_Z(\max)$.

② $I_{ch}(\max) \rightarrow I_Z(\min)$.

$$I = \frac{V_{en} - V_Z}{R} = \frac{24 - 12}{470} = 25,5 \text{ mA}$$

$$I_{ch}(\min) = I - I_{Z\max} = 25,5 - 50 = -24,5 = 0$$

$$I_{ch}(\max) = I - I_{Z\min} = 25,5 - 1 = 24,5 \text{ mA}$$

2/ $R_{ch}(\min) = ?$

$$R_{ch}(\min) = \frac{V_Z}{I_{ch}(\max)} = \frac{12}{24,5 \cdot 10^{-3}} = 490 \Omega$$

5.3. Limiteur Zener

En plus des applications de régulation de la tension, les diodes Zener peuvent être utilisées dans des applications courant alternatif pour limiter les ondulations de la tension à des niveaux désirés.

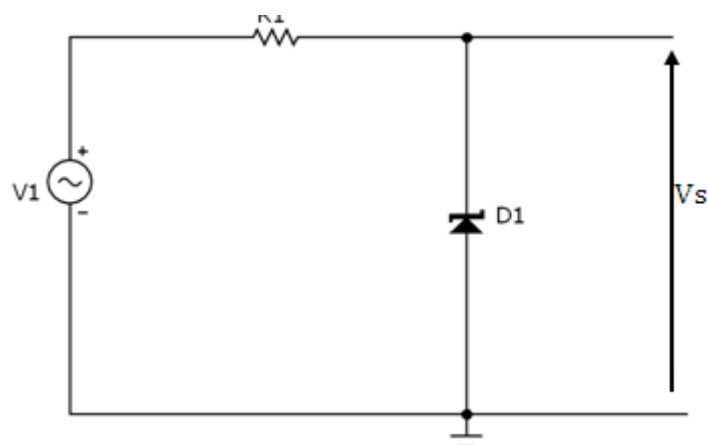


Figure 7

- Tracez la forme du signal de sortie V_s et V_e sur le même graphe.

➤ Analyse du fonctionnement

1) $A(+)$:

- $V_e > V_z$: La diode Zener fonctionne comme un limiteur de tension ➔ $V_s = V_z$
- $V_e < V_z$: La diode Zener fonctionne comme une diode de redressement en état bloqué ➔ $V_s = V_e$

2) $A(-)$ Durant l'alternance négative la diode Zener agit comme une diode idéale en polarisation direct ➔ $V_s = 0$

➤ La forme de la tension de sortie.

