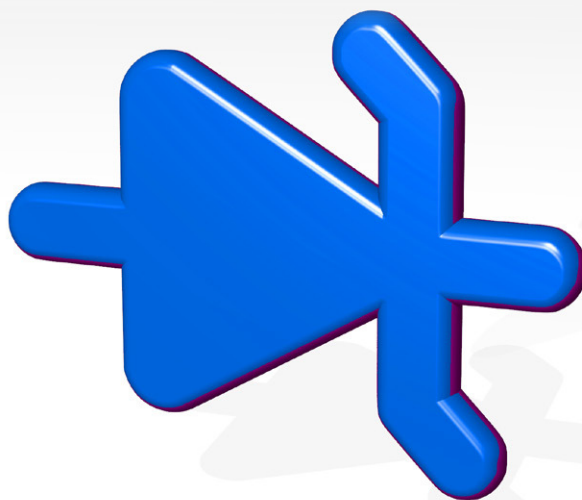


démarrer en électronique

...avec plaisir, on continue avec les Zener

Eric Bogers (Elektor)

Nous avons terminé l'épisode précédent par un aperçu de la diode Zener, un composant très courant que nous allons aborder plus en détail dans cet article.



Pour vous rafraîchir la mémoire : une diode Zener conduit dans le sens inverse de la polarisation et - contrairement à une diode ordinaire - elle ne se détériore pas lorsqu'elle commence à conduire dans le sens inverse. Cette propriété fait de la diode Zener un composant idéal pour réguler les tensions. À l'exception d'applications très spéciales, une diode Zener doit être utilisée avec une résistance en série pour limiter le courant traversant le composant à une valeur de sécurité. La **figure 1** illustre ce circuit. Le symbole d'une diode Zener diffère de celui d'une diode conventionnelle par le « trait » supplémentaire sur la cathode.

La **figure 2** montre la courbe caractéristique courant/tension d'une diode Zener ZPD12. Comme vous l'avez peut-être déjà deviné grâce au numéro 12 de la référence, il s'agit d'une diode dont la tension de claquage (tension Zener) est de 12 V. Le graphique montre que ce composant commence à conduire à une tension légèrement inférieure à 12 V (11,87 V, pour être précis). Cette tension augmente ensuite légèrement au fur et à mesure que l'on augmente le courant.

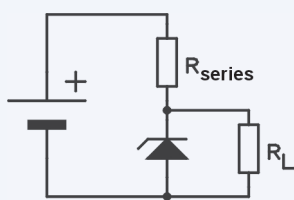


Figure 1. Circuit de base avec une diode Zener.

Une propriété importante est que la tension aux bornes de cette diode reste à une valeur raisonnablement constante de 12 V, ce qui rend ce composant parfaitement adapté à la régulation des tensions.

La dissipation de puissance maximale autorisée pour les diodes Zener de la série ZPD est de 500 mW. Puisque la tension augmente un peu avec le courant qui traverse la diode, vous devriez en réalité utiliser une équation du second ordre pour calculer le courant maximal autorisé. Toutefois, comme règle générale, vous pouvez commencer avec environ 90 % de la puissance nominale :

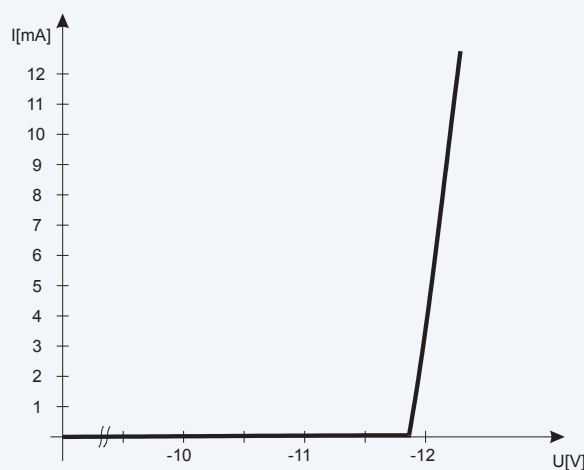


Figure 2. Courbe caractéristique de la diode Zener.

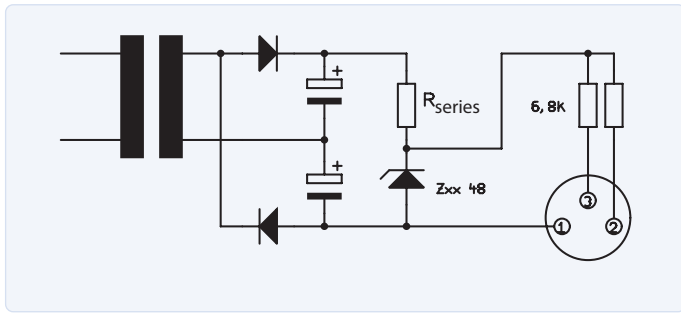


Figure 3. Alimentation fantôme régulée pour microphone.

$$I_{max} = \frac{0.9 \cdot P_{loss}}{U} = \frac{0.9 \cdot 0.5 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 37.5 \text{ mA}$$

Le circuit représenté sur la **figure 1** ne peut être utilisé que pour des courants relativement faibles. Des courants plus importants nécessiteraient une résistance série d'une valeur proportionnellement plus faible, ce qui augmenterait considérablement le courant traversant la diode. Cela entraînerait une dissipation de puissance excessive dans la diode. C'est pourquoi les diodes Zener sont presque toujours utilisées en combinaison avec des transistors ou des amplificateurs opérationnels.

Pour vous aider à comprendre ce composant, effectuons tous les calculs d'un circuit semblable à celui de la **figure 1**. Nous choisissons donc un circuit destiné à réguler la tension de l'alimentation fantôme d'un microphone [1].

Ainsi, nous recourons à une alimentation fantôme parce que la tension de polarisation du microphone arrive via... le câble du microphone ! Un microphone à condensateur, en particulier, ne peut pas fonctionner sans alimentation fantôme pour son amplificateur intégré. Cependant, le principe de « l'alimentation fantôme » a également d'autres applications.

Comme le montre la **figure 3**, l'alimentation fantôme fournit 48 V aux deux conducteurs de signal du câble du microphone (connecteur XLR : broches 2 et 3) via deux résistances de 6,8 kΩ chacune. Le retour à la masse est bien sûr connecté au blindage (tresse) du câble du microphone (connecteur XLR : broche 1).

Nous souhaitons dimensionner ce circuit d'alimentation pour qu'il soit stable dans toutes sortes de scénarios possibles. La résistance de charge la plus faible possible est de 0 Ω car le circuit n'est alors chargé que par le circuit parallèle des deux résistances de 6,8 kΩ - cette charge constitue donc un total de 3,4 kΩ.

Le courant de charge maximal est de :

$$I_L = \frac{U}{R_L} = \frac{48 \text{ V}}{3.4 \text{ k}\Omega} = 14.1 \text{ mA}$$

En supposant que l'on utilise un transformateur de 24 V, la tension

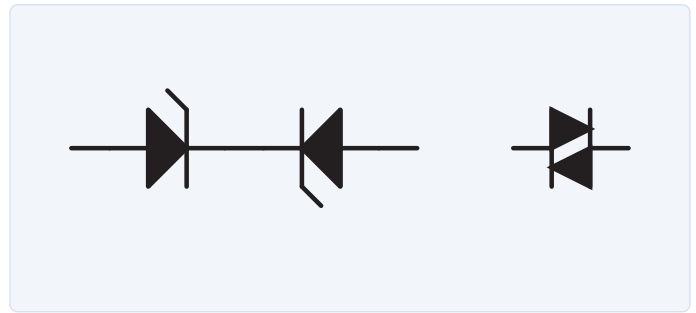


Figure 4. Quand on connecte deux diodes Zener en anti-série on obtient un diac.

maximale aux bornes du condensateur électrolytique s'élève alors à :

$$U_{top} = 48 \text{ V} \cdot \sqrt{2} - 1.4 \text{ V} = 66.5 \text{ V}$$

Pendant une demi-période, on laisse la tension baisser jusqu'à environ la moitié de la différence entre la tension pendant la phase de décharge et la tension nominale de l'alimentation fantôme :

$$\Delta U = \frac{66.5 \text{ V} - 48 \text{ V}}{2} = 9.3 \text{ V}$$

Par conséquent, la valeur minimale du condensateur du filtre est :

$$C = \frac{I}{f \cdot \Delta U} = \frac{14.1 \text{ mA}}{50 \text{ Hz} \cdot 9.3 \text{ V}} = 30.3 \text{ }\mu\text{F}$$

Comme la valeur de 33 μF est difficile à obtenir de nos jours, pensez à choisir un condensateur de 47 μF à la place. Utilisons cette valeur pour calculer la différence de tension actuelle :

$$\Delta U = \frac{I}{f \cdot C} = \frac{14.1 \text{ mA}}{50 \text{ Hz} \cdot 47 \text{ }\mu\text{F}} = 6 \text{ V}$$

La tension la plus faible aux bornes du condensateur est donc de 60,5 V. La chute de tension aux bornes de la résistance série (R_{series}) est alors de 12,5 V. Le courant traversant la résistance série est au moins égal au courant traversant la charge (la diode Zener ne conduit alors aucun courant). La résistance série devient alors :

$$R_{series} = \frac{12.5 \text{ V}}{14.1 \text{ mA}} = 886.5 \text{ }\Omega$$

Bien entendu, nous avons choisi la valeur standard de 820 Ω. Le courant maximal à travers la diode circule lorsque le circuit n'est pas chargé. La tension aux bornes du condensateur de filtrage est comprise entre 60,5 V et 66,5 V et s'élève donc à 63,5 V en moyenne. Pendant la phase de décharge, le courant moyen qui traverse la résistance ainsi que la diode Zener s'élève à :

$$I = \frac{63.5 \text{ V} - 48 \text{ V}}{820 \Omega} = 18.9 \text{ mA}$$

Et de là résulte la dissipation de puissance :

$$P = U \cdot I = 48 \text{ V} \cdot 18.9 \text{ mA} = 907.2 \text{ mW}$$

Découvrez la Diac

La tension de Zener plus ou moins constante est présente aux bornes d'une diode de Zener uniquement lorsqu'elle est polarisée en sens inverse. Lorsqu'une diode Zener est utilisée en polarisation directe, sa chute de tension est la même que celle d'une diode ordinaire. Par conséquent, une diode Zener est moins adaptée aux applications en courant alternatif.

Dans ce cas de figure, vous pouvez « vous débrouiller » en connectant deux diodes Zener en anti-série, c'est-à-dire deux composants en série, mais orientés dans des directions opposées, comme l'illustre la **figure 4**.

Dans votre e-shoppe d'électronique préférée (malheureusement, le « magasin d'électronique du coin » n'existe plus), vous pouvez acheter un composant portant le nom simple mais exotique de « diac », qui contient deux diodes Zener connectées de cette manière. La tension nominale des diacs est typiquement autour

de 33 V et leur utilisation est limitée aux gradateurs conventionnels principalement (à couvrir la prochaine fois). 

220384-04 – VF : Asma Adhimi

La série d'articles « démarrer en électronique » est basée sur le livre « Basic Electronics Course » de Michael Ebner, publié par Elektor.

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

LIEN

[1] Alimentation fantôme : https://fr.wikipedia.org/wiki/Alimentation_fant%C3%B4me



PRODUITS

- Livre en anglais, « *Basic Electronics for Beginners* », B. Kainka, Elektor 2020. (SKU 19212) Elektor 2020. www.elektor.com/13950
- Livre en anglais, « *Basic Electronics for Beginners* » (version numérique), B. Kainka, Elektor 2020. (SKU 19213) www.elektor.com/18232

Publicité



**WÜRTH
ELEKTRONIK**
MORE THAN
YOU EXPECT

WE meet @ electronica
Hall A5, Booth 406

Noise free e-mobility

e-Mobility is no longer a question of tomorrow and the number of e-vehicles is increasing day by day. Handling EMI noise is becoming more and more crucial, when it comes to design new electronic devices and systems. Würth Elektronik offers a wide range of EMC components, which support the best possible EMI suppression for all kinds of e-mobility applications. With an outstanding design-in support, catalogue products ex stock and samples free of charge, the time to market can significantly be accelerated. Besides ferrites for assembly into cables or harnesses, Würth Elektronik offers many PCB mounted ferrites and common mode chokes as well as EMI shielding products.

www.we-online.com/emobility

- Large portfolio of EMC components
- Design-in-support
- Samples free of charge
- Orders below MOQ
- Design kits with lifelong free refill