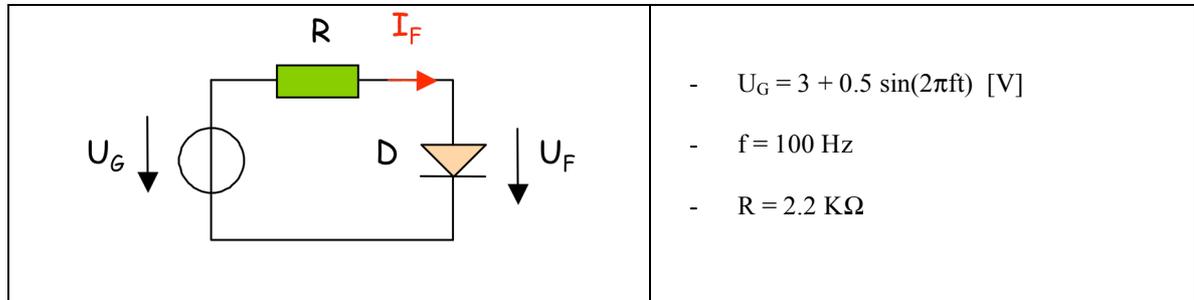


Correction des exercices, diodes partie 2

Exercice 1

On propose le montage suivant



a) Calcul du courant de repos I_{F0}

On utilise l'approximation $U_D = U_j = 0.7\text{V}$

Nous avons alors la loi d'ohm $I_{F0} = (u_G - U_j)/R = (3 - 0.7)/2.2 \cdot 10^3 = \mathbf{1.045 \text{ mA}}$

$1/r_d = dI_D/dU_D$. Lorsque ce calcul s'applique en un point de repos donné (I_{F0} , U_F), nous avons: $1/r_d = dI_D/dU_D|_{I_{F0}}$ ou encore $r_d = nU_T/I_{F0}$

On a $U_T = 26 \text{ mV}$, et $n = 1.5$ ce qui nous donne $\mathbf{r_d = 37 \Omega}$

b) Il est possible de retrouver expérimentalement la valeur de cette résistance différentielle en mesurant les variations de tensions ΔU_G et ΔU_F . Exprimer la relation entre R , ΔU_D et ΔU_F donnant la valeur de r_d

Lorsque les variations sont faibles, on peut assimiler dI_D/dU_D à $\Delta I_D/\Delta U_D$

Or $\Delta I_D = \Delta I_F = \Delta U_R/R = (\Delta u_G - \Delta U_F)/R$

Ce qui nous donne finalement: $r_d = R\Delta U_F/(\Delta u_G - \Delta U_F)$

c) Refaire les mêmes calculs avec une composante continue de 10 V (au lieu de 3) pour u_G .

Nous pouvons poser $I_{F0} = (u_G - U_j)/R = (10 - 0.7)/2.2 \cdot 10^3 = \mathbf{4.23 \text{ mA}}$

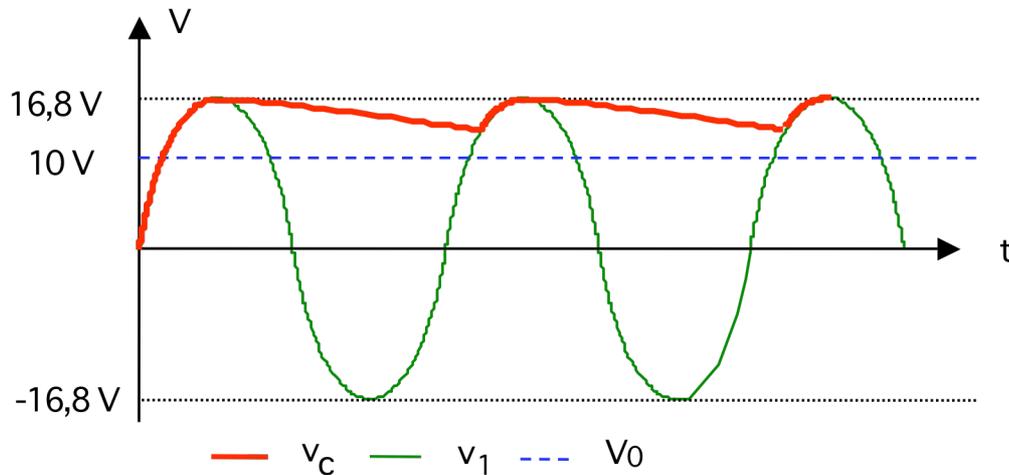
Nous avons toujours: $1/r_d = dI_D/dU_D|_{I_{F0}}$ ou encore $r_d = nU_T/I_{F0}$

$U_T = 26 \text{ mV}$, prenons arbitrairement $n = 1.5$ ce qui nous donne $\mathbf{r_d = 9.2 \Omega}$

Plus la tension de polarisation est élevée, plus faible est la résistance différentielle de la diode.

Exercice 2

1.



2. Calcul de R

Il faut déterminer R de telle manière que la Zener conduise dans le pire des cas. Cela suppose que la Zener puisse véhiculer au minimum un courant $I_{Z\min}$ donné par le fabricant.

Le cas le plus défavorable se présenterait si:

- $v_C = v_{C\min}$ (le courant est minimal lorsque la tension est minimale)
- $I_L = I_{L\max}$ (le courant qui reste dans la Zener est minimal si le courant absorbé par la charge est maximal)

On a alors : $R = (v_{C\min} - V_0) / (I_{L\max} + I_{L\min}) \approx 73\ \Omega$

0. Connaissant la valeur de la résistance R, on peut déterminer la valeur de la capacité C. La tension maximale atteinte par l'ondulation est de $16,8\text{ V}$. Pour disposer d'une marge suffisante, nous ne voulons pas que la tension descende au-dessous de 14 V . Le parcours est donc de $2,8\text{ V}$. Ce parcours est effectué par la décharge de la capacité à travers la résistance R (*voir allure des ondulations plus bas*).

Pour simplifier les calculs nous allons adopter les formules suivantes qui sont plus contraignantes que la réalité (par sécurité) :

- Le temps imparti pour effectuer ce parcours correspond à environ un cycle de la sinusoïde (50 Hz) et vaut donc $\Delta t = 20\text{ ms}$. En réalité, nous voyons sur le graphe ci-dessus que le temps est un peu plus court, aussi la décharge sera moins importante.
- Le courant de décharge sera assimilé à une valeur constante fixée au moment où il est le plus élevé (c'est le pire cas). C'est à dire lorsque $v_C = v_{C\max}$. On a alors le courant maximal qui traverse R qui vaut

Correction des exercices, diodes partie 2

$$I_{MAX} = (v_{CMAX} - V_0) / R = 93 \text{ mA}$$

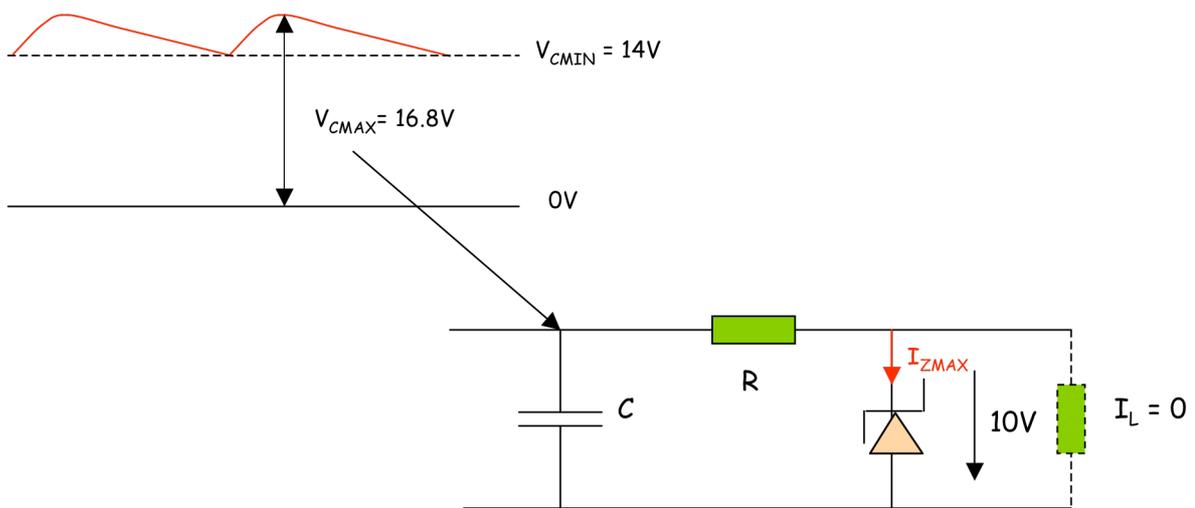
- Ce courant peut s'exprimer aussi en posant $I = C \cdot \Delta v_c / \Delta t$, sachant que Δv_c est le parcours de 2.8 V à effectuer. On a alors l'égalité :

$$C \cdot \Delta v_c / \Delta t = (v_{CMAX} - V_0) / R$$

Nous en déduisons : $C = (v_{CMAX} - V_0) \cdot \Delta t / (R \cdot \Delta v_c) \approx 665 \mu\text{F}$

1. Puissance instantanée maximale dissipée dans la Zener

- $P_{max} = V_0 \cdot I_{ZMAX}$
- $I_{ZMAX} = (v_{c,max} - V_0) / R = 93 \text{ mA}$. Nous l'avons déjà calculé plus haut. On part du principe ici que tout le courant passe dans la Zener et rien dans la charge
- On en déduit enfin que $P_{MAX} \approx 0,93 \text{ W}$.



Allure des ondulations

Correction des exercices, diodes partie 2

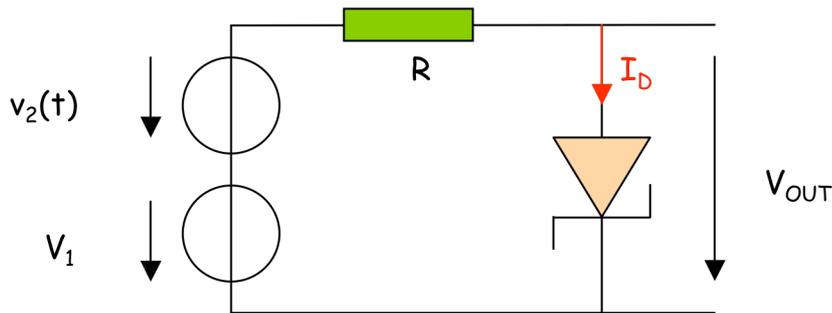
Exercice 3

On propose le montage suivant :

Pour analyser le montage il faut se rappeler que la diode Zener peut conduire comme une diode normale ou dans le sens Zener.

Compte tenu de la position de la diode nous pouvons affirmer les deux conditions suivantes:

1. La diode conduit normalement si la tension $V_1 + v_2(t) > U_j$
2. La diode conduit comme une Zener si la tension $V_1 + v_2(t) < -V_Z (-6V)$



- Calculer I_D et V_{OUT} lorsque $V_1=10V$, $v_2(t)=0$,

Ici la première condition est satisfaite. La diode conduit normalement et impose la tension à ses bornes : $V_{OUT} = U_j = 0.7V$

Le reste de la tension se retrouve aux bornes de la résistance, ce qui nous permet de déduire le courant circulant dans le montage :

$$I_D = \frac{V_1 - U_j}{R} = 9.3 \text{ mA}$$

- Calculer I_D et V_{OUT} lorsque $V_1=-10V$, $v_2(t)=0$,

Ici la seconde condition est satisfaite. La diode conduit comme une Zener et impose la tension à ses bornes : $V_{OUT} = -V_Z = -6V$

Le reste de la tension se retrouve aux bornes de la résistance, ce qui nous permet de déduire le courant circulant dans le montage :

$$I_D = \frac{V_1 - (-V_Z)}{R} = -4 \text{ mA}$$

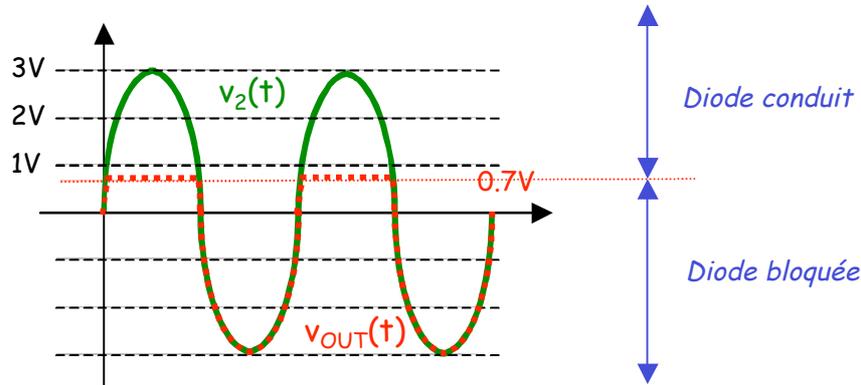
Le signe négatif indique évidemment que le courant circule en sens inverse

- $V_1 = 0$, $v_2(t) = 3 \text{ V}$ d'amplitude:

Dans ce cas la sinusoïde va passer par la limite de conduction de la diode normale qui est de $0.7V$, mais jamais atteindre la limite de la Zener.

Quand la diode est passante, la tension v_{OUT} est fixée à $0.7V$. Par contre quand la diode est bloquée (comme si elle n'existait pas), le circuit est ouvert et la tension v_{OUT} vaut exactement la tension v_2

Correction des exercices, diodes partie 2



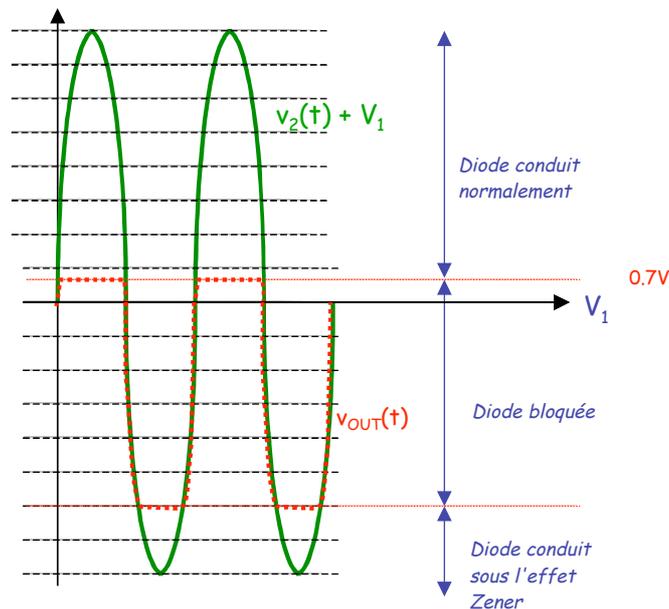
- $V_1 = 0$, $v_2(t) = 8V$ d'amplitude:

Dans ce cas la sinusoïde va passer par la limite de conduction de la diode normale qui est de 0.7V, ainsi que la limite de fonctionnement de la Zener qui vaut -6V.

Quand la diode est passante dans le sens normal, la tension v_{OUT} est fixée à 0.7V.

Quand la diode est passante dans le sens Zener, la tension v_{OUT} est fixée à -6V.

Par contre quand la diode est bloquée (zone intermédiaire), le circuit est ouvert et la tension v_{OUT} vaut exactement la tension v_2



- Calculer I_D , r_D et l'amplitude des signaux aux bornes de la diode lorsque, $V_1 = 5V$, $v_2(t) = 3V$ d'amplitude.

Les calculs ci-dessus se justifient car la diode est toujours passante ($V_1 + v_2(t) > U_j$). La tension à ses bornes vaut environ 0.7V, mais avec superposition de petites variations faciles à calculer avec la recette de cuisine vue en cours :

$$\varphi 1: I_D = \frac{V_1 - U_j}{R} = 4.3 \text{ mA} \quad \varphi 2: r_D = \frac{n \cdot U_T}{I_0} = 9.42 \Omega \quad \varphi 3: \hat{v}_D = \hat{v}_2 \cdot \frac{r_D}{R + r_D} = 28 \text{ mV}$$