

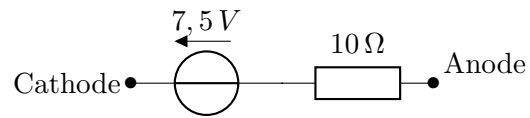
Correction de l'IS de P3 du 2 décembre 2020

Exercice I : Etude d'une diode Zener

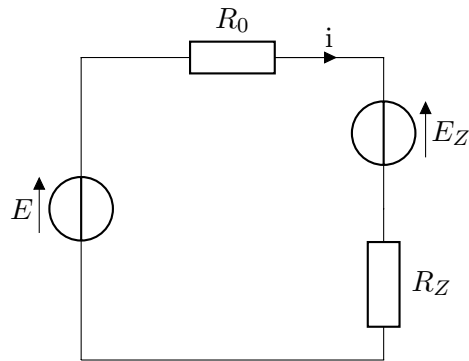
1) Sur la caractéristique, on lit $E_Z = 7,5 \text{ V}$ et

$$R_Z = \frac{50 \cdot 10^{-3} - 0}{8 - 7,5} = 10 \Omega.$$

Le schéma équivalent est :



2) On remplace la diode par son modèle équivalent :



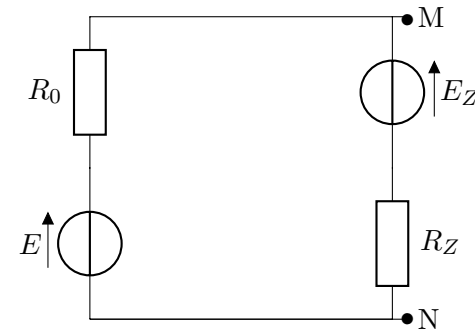
On écrit la loi des mailles : $E - R_0 i - E_Z - R_Z i = 0$.

$$\text{On en déduit : } R_0 = \frac{E - E_Z}{i} - R_Z.$$

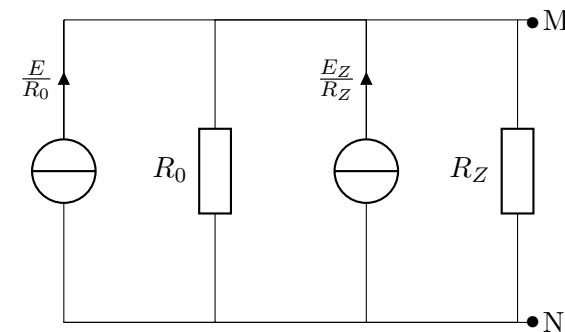
La valeur maximale de i est 50 mA, ce qui donne $R_{0_{min}} = \frac{15 - 7,5}{50 \cdot 10^{-3}} - 10 = 140 \Omega$.

On doit donc avoir $R_0 > 140 \Omega$.

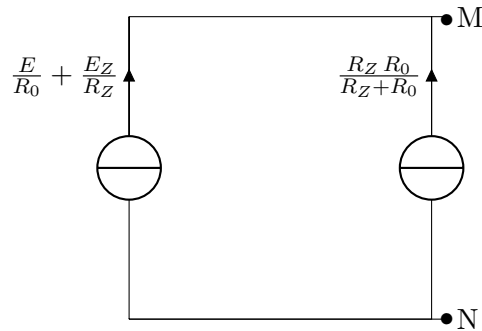
3) On remplace la diode Zener par son modèle de Thévenin équivalent :



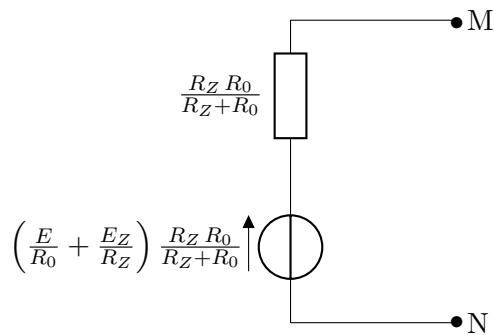
On remplace les deux générateurs de Thévenin par leur modèle équivalent de Norton :



On écrit le générateur de courant équivalent et la résistance équivalente :



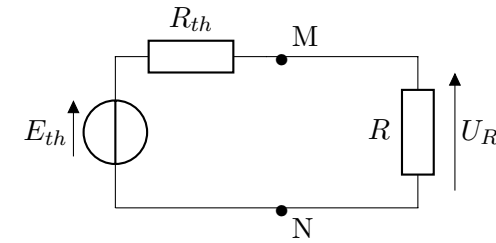
Finalement, on peut écrire le modèle équivalent de Thévenin du dipôle entre M et N :



On en déduit : $E_{th} = \frac{R_Z E + R_0 E_Z}{R_Z + R_0}$

et $R_{th} = \frac{R_Z R_0}{R_Z + R_0}$

4) On remplace le dipôle (M,N) par le modèle équivalent de Thévenin trouvé à la question précédente :



On utilise un pont diviseur de tension et on trouve :

$$U_R = \frac{R}{R + R_{th}} E_{th}$$

5) On déduit l'expression de la variation ΔU_R :

$$\Delta U_R = \frac{R}{R + R_{th}} \Delta E_{th}$$

$$\Delta U_R = \frac{2000}{2000 + 7,8} \cdot 0,021$$

$$\Delta U_R = 21\text{mV}$$

6) On écrit de nouveau un pont diviseur de tension et on trouve :

$$U_R = \frac{R}{R + R_0} E$$

La nouvelle expression de ΔU_R est :

$$\Delta U_R = \frac{R}{R + R_0} \Delta E$$

$$\Delta U_R = \frac{2000}{2000 + 470} \times 1$$

$$\Delta U_R = 0,81\text{ V}$$

Lorsque la tension du générateur varie de 1 V, la tension aux bornes de la résistance varie quarante fois moins dans le montage avec la diode Zener comparé au montage sans la diode Zener. La diode Zener stabilise la tension à ses bornes.

Exercice II : Etude d'un circuit R,L,C

1) On a $\underline{u}_e = U_{e,max} e^{j\omega t}$

2) Un pont diviseur de tension donne $\frac{\underline{u}_c}{\underline{u}_e} = \frac{\underline{Z}_c}{\underline{Z}_c + \underline{Z}_L + \underline{Z}_R}$

ce qui s'écrit $\underline{u}_c = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + jL\omega + R} \underline{u}_e \Leftrightarrow \underline{u}_c = \frac{-j/C\omega}{R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega})} \underline{u}_e$ et

donc on trouve bien l'expression :

$\underline{u}_c = \frac{ja}{b + cj} \underline{u}_e$ avec $a = -1/C\omega, b = R$ et $c = L\omega - \frac{1}{C\omega}$

3) $U_{c,max} = |\underline{u}_c| = \frac{1/C\omega}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} E_{max}$

$Arg(\underline{u}_c) = -\frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right) + arg(\underline{u}_e)$ et $arg(\underline{u}_e) = \omega t$

4) T est la période des signaux et correspond à 12 divisions. Puisque le balayage est égal à 20 μs / div, on a donc $T = 240 \mu s$.

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ et donc $\omega = \frac{\pi}{12} \times 10^5 \text{ rad.s}^{-1}$

5) u_c est en retard sur u_e . Le déphasage entre les deux courbes correspond à un quart de période (ou 3 divisions). On a donc $|\theta| = \frac{\pi}{2}$. Puisque

u_c est en retard sur u_e , on a finalement $\theta = -\frac{\pi}{2}$

On obtient donc : $-\frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right)$ et finalement

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$

6) D'après la relation précédente entre L, C et ω , on en déduit que

$\frac{U_{c,max}}{E_{max}} = \frac{1}{RC\omega}$ et donc $C = \frac{1}{R\omega} \frac{E_{max}}{U_{c,max}}$.

$\frac{E_{max}}{U_{c,max}}$ représente le rapport des amplitudes des signaux $u_e(t)$ et $u_c(t)$.

On a, grâce à l'oscillogramme proposé, $\frac{E_{max}}{U_{c,max}} = \frac{5}{12}$ ce qui donne

$C = \frac{1}{270 \times \frac{\pi}{12} \times 10^5} \times \frac{5}{12}$ et finalement $C = 58,9 \text{ nF}$

Puisque $L = \frac{1}{C\omega}$, on obtient : $L = 24,8 \text{ mH}$.