

SERIE D'EXERCICES N° 1 : ELECTRODYNAMIQUE : CIRCUITS NON LINEAIRES

Caractéristiques, point de fonctionnement : électrolyseur, diode, diode Zener.

Exercice 1. On considère le circuit de la figure 1 . On donne $r = r_2 = 2 \Omega$; $r_1 = 1 \Omega$; $e_1 = 10 \text{ V}$; $e_2 = 6 \text{ V}$.

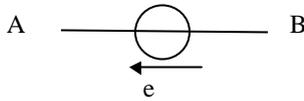


Figure 2

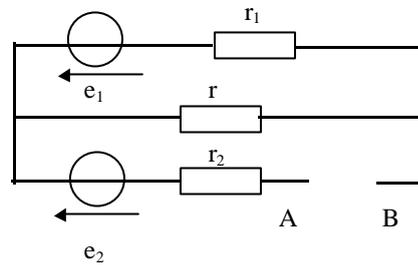
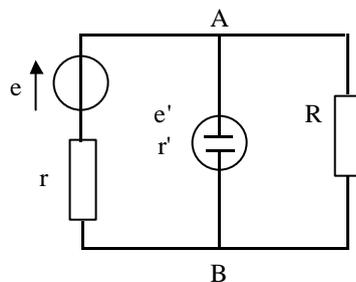


Figure 1

1. Déterminer le générateur de Thévenin équivalent au dipôle AB .
2. On branche entre A et B un dipôle polarisé : une pile de f.e.m $e = 1,8 \text{ V}$ et de résistance interne négligeable (figure 2). Déterminer le point de fonctionnement M (u_{AB} , i_{AB}) .
3. On remplace le dipôle polarisé par un dipôle non polarisé : une cuve à électrolyse (électrolyseur ou voltamètre) de f.c.e.m. $e' = 1,8 \text{ V}$ et de résistance nulle. Déterminer le point de fonctionnement M' (u_{AB} , i_{AB}) .

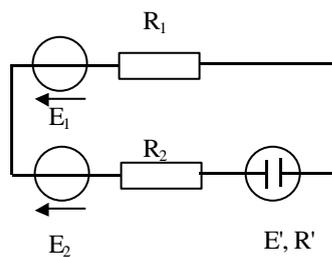
Exercice 2.



1. Déterminer graphiquement l'intensité i_{AB} en fonction de e , e' , r , r' , R . Entre quelles valeurs peut varier e' ?
2. Calculer la puissance p consommée par les réactions chimiques. Entre quelles valeurs peut-elle varier quand e' varie, comment interpréter $p = 0$?

Exercice 3.

On considère le circuit de la figure.

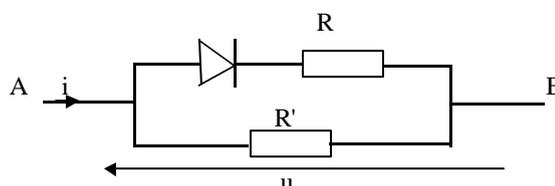


G_1 est un générateur de f.e.m. $E_1 = 1 \text{ V}$, de résistance interne $R_1 = 1 \Omega$. G_2 est un générateur de f.e.m. $E_2 = 2 \text{ V}$, de résistance interne $R_2 = 2 \Omega$. Le voltamètre a une caractéristique linéarisable par morceaux. ; sa f.c.e.m. est $E' = 0,5 \text{ V}$, sa résistance interne $R' = 1 \Omega$.

1. Déterminer graphiquement l'intensité du courant dans le voltamètre. Dans quel sens se déplacent les ions dans le voltamètre ?
2. Répondre aux mêmes questions lorsque le voltamètre est placé en parallèle sur G_1 et G_2 .

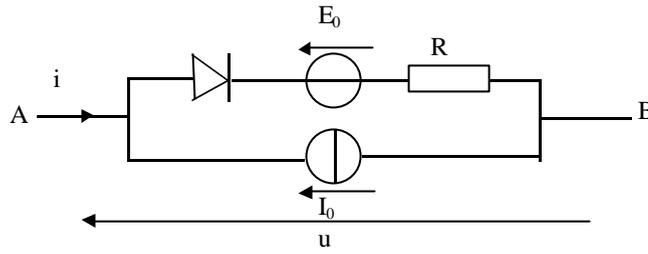
Exercice 4.

Représenter la caractéristique courant-tension $i = f(u)$ du dipôle équivalent au groupement suivant entre les points A et B si la diode est idéale.

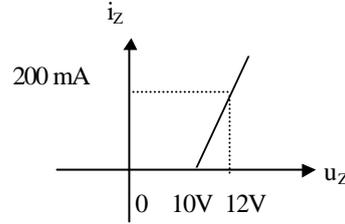
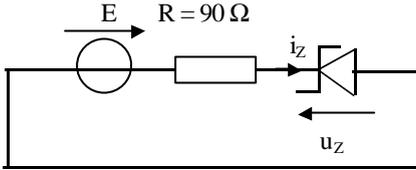


Exercice 5.

Une diode idéale est mise en série avec une pile de f.e.m. E_0 et de résistance R . Le tout est mis en parallèle avec un générateur de Norton idéal, de c.e.m. I_0 . Déterminer la caractéristique courant-tension $i = f(u)$ de l'ensemble.



Exercice 6.



Le montage ci-dessus comporte une diode régulatrice de tension dont la caractéristique externe courant-tension est donnée sous sa forme simplifiée.

E est la f.e.m. d'une alimentation stabilisée réglable de 0 à 30 V et de résistance interne négligeable.

- Dessiner un modèle de la diode régulatrice de tension dans les cas $u_z < 10\text{ V}$ et $u_z > 10\text{ V}$. Calculer dans chaque cas la résistance R_z .
- Tracer la courbe donnant u_z en fonction de E .
- Calculer le courant maximal et la puissance maximale dissipée dans la résistance R .

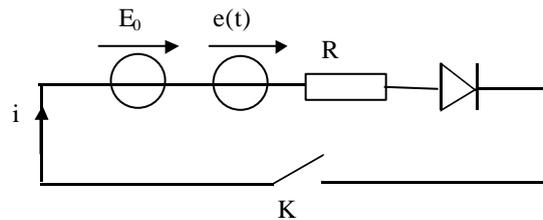
Redressement.

Exercice 7.

On considère une diode idéale en série avec une résistance $R = 1,1\text{ k}\Omega$ et deux générateurs G_0 et G d'impédance négligeable et de f.e.m. respectives : E_0 constante ; $e(t) = E_m \sin \omega t$ de fréquence $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{ Hz}$. On ferme l'interrupteur à $t = 0$. Déterminer

successivement dans chacun des cas ($E_0 = 0, E_m = 220\text{ V}$) et $E_0 = E_m = 220\text{ V}$:

- l'intensité $i(t)$ du courant en fonction du temps et le graphe $i(t)$;
- la puissance moyenne par période, dissipée dans la résistance R .



Exercice 8.

- On considère une diode Zener dont la caractéristique est donnée sur la figure 1. Modéliser cette diode dans le cas $i > 0$ et $i < 0$
- On l'utilise dans le circuit de la figure 2. Déterminer l'intensité du courant $i(t)$ et représenter la courbe correspondante sur une période.

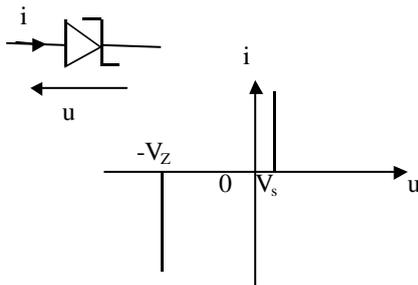


Figure 1

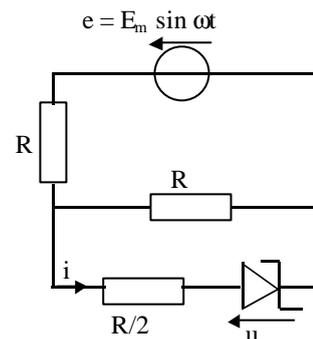


Figure 2

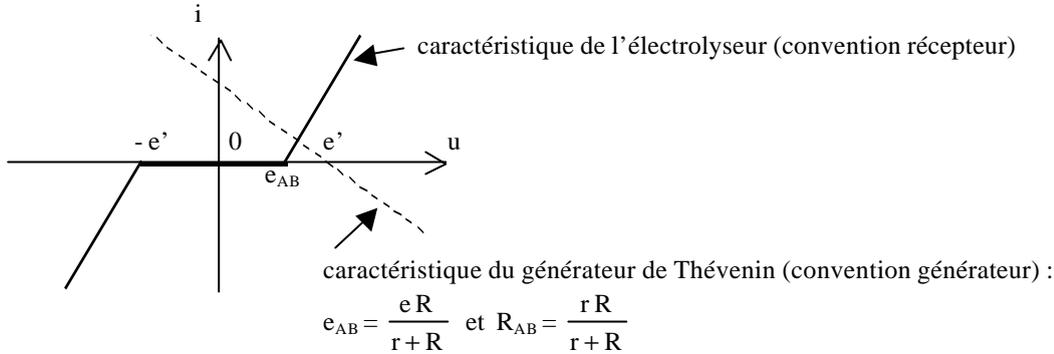
Réponses.

Exercice 1.

$$1) e_{AB} = \frac{e_1 r}{r + r_1} - e_2 = 0,67 \text{ V} \text{ et } R_{AB} = \frac{r r_1}{r + r_1} + r_2 = 2,7 \Omega . 2) M (1,8 \text{ V} ; - 0,42 \text{ A}) . 3) M' (0,67 \text{ V} ; 0 \text{ A}) .$$

Exercice 2.

1)



$$\text{si } e' > e_{AB} : i = 0 \text{ et si } e' < e_{AB} : i = \frac{R e - (r+R) e'}{rR + r'R + rr'}$$

$$2) p = e' i ; p = 0 \text{ pour } e' = 0 \text{ ou } i = 0 ; p_{\max} \text{ pour } \frac{dp}{de'} = 0 \Rightarrow e' = \frac{R e}{2(r+R)}$$

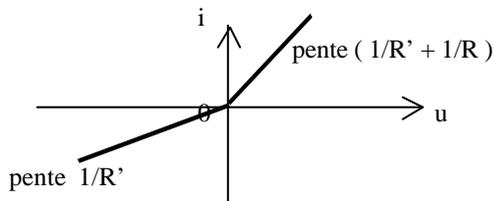
Exercice 3.

Même méthode qu'à l'exercice 2 avec, pour le générateur de Thévenin :

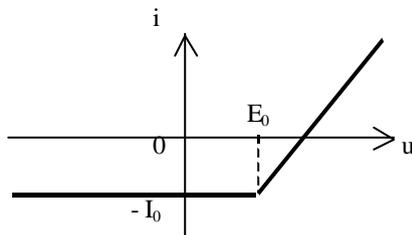
$$1) e_{eq} = E_2 - E_1 \text{ et } R_{eq} = R_1 + R_2 : i = \frac{E_2 - E_1 - E'}{R_1 + R_2 + R'} = 0,125 \text{ A} .$$

$$2) e_{eq} = \frac{R_1 E_2 + R_2 E_1}{R_1 + R_2} \text{ et } R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} : i = \frac{e_{eq} - E'}{R_{eq} + R'} = 0,5 \text{ A} .$$

Exercice 4.

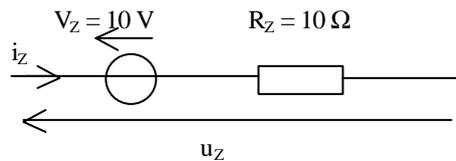


Exercice 5.

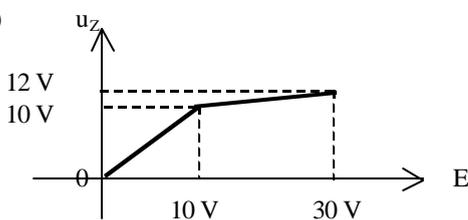


Exercice 6.

1) Diode bloquante : interrupteur ouvert ; régime Zener :



2)



$$i_{Z,\max} = 0,2 \text{ A} \text{ et } P_{\max} = 3,6 \text{ W} .$$

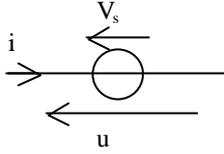
Exercice 7.

Diode passante : $i = \frac{E_0 + e}{R}$; diode bloquante : $i = 0$.

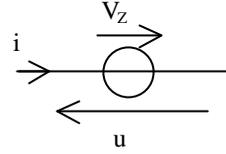
1) Redressement d'une alternance sur deux et $P = \frac{E_m^2}{4R} = 11 \text{ W}$. 2) Diode toujours passante et $P = \frac{3 E_m^2}{2R} = 66 \text{ W}$.

Exercice 8.

1) En direct :



en régime Zener :



2) Pour $i > 0$: $i = \frac{e - 2V_s}{2R} > 0$ et pour $i < 0$: $i = \frac{e + 2V_z}{2R} < 0$.