

TD N°1

EXO 1 : Comparaison de deux redresseurs à diodes sur charge 'R'

1- Le redresseur monophasé à une seule diode

Le redresseur monophasé à diode ci-contre est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $v_e(t) = V_{max} \cdot \sin \omega t$

a- Montrer que la diode est toujours bloquée lorsque la tension v_e est négative.

b- Montrer que la diode est toujours passante lorsque la tension v_e est positive.

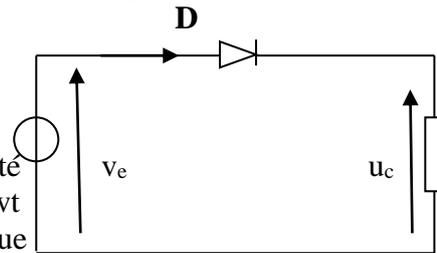
c- Représenter les intervalles de conduction de la diode D

- Connaissant les intervalles de conduction de la diode, en déduire $u_c(t)$

- En déduire le graphe du courant $i_c(t)$.

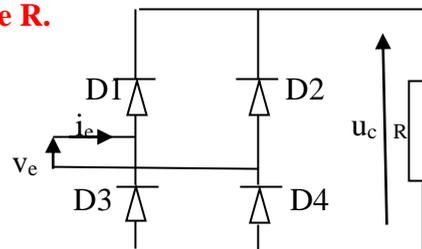
d- Représenter le graphe de la puissance instantanée $p(t)$ consommée par le montage.

e- Déterminer la puissance active et la valeur efficace du courant i_e en fonction de V_{max} et de la valeur de la résistance R.



2- Redresseur PD2 à diodes avec une charge R.

Le pont monophasé à diodes ci-contre est alimenté par une source de tension Alternative sinusoïdale $v_e(t) = V_{max} \cdot \sin(\omega t)$



Hypothèse : la conduction est continue dans la charge R. Autrement dit $i_c(t) > 0$.

- 1- Représenter les intervalles de conduction des diodes
- 2- Connaissant les intervalles de conduction des diodes, représenter $u_c(t)$ sur les graphes
- 3- Connaissant la nature de la charge. En déduire le courant $i_c(t)$.
- 4- En déduire le graphe de $i_e(t)$ en considérant les intervalles de conduction des diodes, puis vérifier le résultat en utilisant la conservation de la puissance instantanée dans un convertisseur à liaison directe.
- 5- Représenter le graphe de la puissance instantanée $p(t)$ consommée par le montage. En déduire la puissance active et la valeur efficace du courant i_c en fonction de V_{max} et de la valeur de la résistance R.
- 6- Déterminer le facteur de puissance de la ligne monophasée en entrée du montage.

- 7- En comparant les graphes de la puissance instantanée de ce second montage avec celui du premier montage à une seule diode, retrouver la puissance active obtenue dans la première partie de cet exercice
- 8- En comparant les graphes du courant i_c de ce second montage avec celui du premier montage à une seule diode, retrouver la valeur efficace du courant obtenue dans la première partie de cet exercice.

SOLUTION :

1- Redresseur monophasé à une seule diode.

Le redresseur à diode c- contre est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $v_e(t) = V_{max} \sin(\omega t)$

- a- Supposons que la diode D soit passante lorsque la tension v_e est négative.
 Dans ce cas, $i_e(t) = \frac{v_e(t)}{R} < 0$; ce qui est impossible pour une diode idéale.
L'hypothèse la diode D est passante lorsque v_e est négative est donc fausse.
 Dans ce cas **la diode D est donc bloquée.**
- b- Supposons que la diode D soit bloquée lorsque la tension v_e est positive.
 Dans ce cas, $i_e(t) = 0 \Rightarrow v_D = v_e > 0$; la diode est bloquée en polarisation directe, ce qui est impossible pour une diode idéale.
L'hypothèse la diode est bloquée lorsque la tension v_e est positive est donc fausse.
 Dans ce cas, **la diode D est donc passante.**
- c- Voir courbes
- Lorsque la diode est passante : $u_c(t) = v_e(t)$. Lorsque la diode est bloquée $u_c(t) = 0$.
 - $I_c(t) = u_c(t)/R$.
- d- Puissance instantanée : $p(t) = u_c(t).i_c(t)$ voir courbes

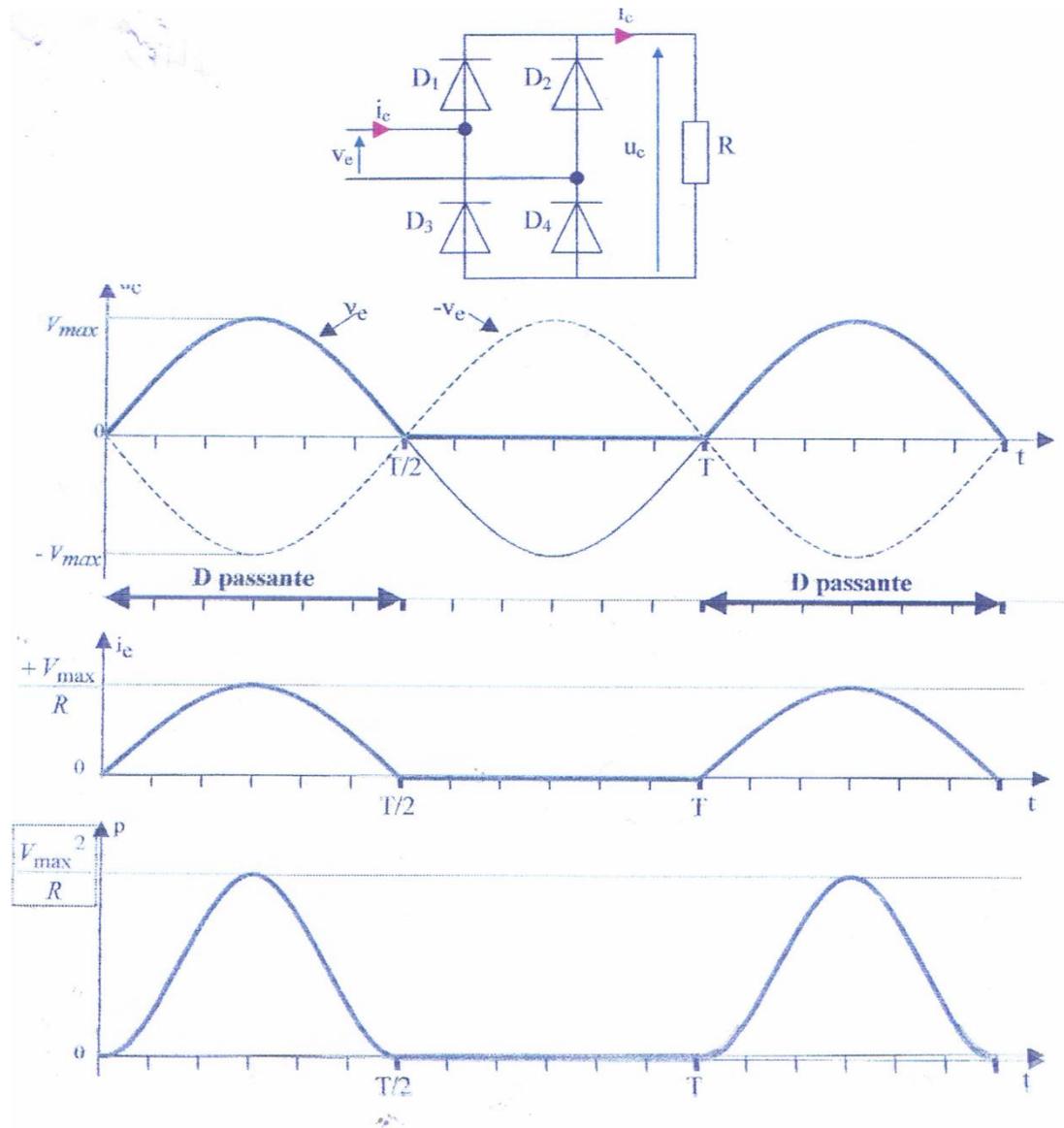
$$e- P = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \frac{V_{max}^2 \sin^2(\theta)}{R} \cdot d\theta = \frac{V_{max}^2}{2.\pi.R} \int_0^\pi \frac{1-\cos 2\theta}{2} \cdot d\theta =$$

$$\frac{V_{max}^2}{4.\pi.R} \left[\theta - \frac{\sin(2\theta)}{2} \right]_0^\pi = \frac{V_{max}^2}{4.\pi.R} (\pi) \rightarrow P = \frac{V_{max}^2}{4.R}$$

Cette puissance est fournie par la source $v_e(t)$ et consommée par la charge R car la puissance consommée par la diode est nulle.

Donc $P = R.I_{eff}^2$

$$\rightarrow \frac{V_{max}^2}{4.R} = R.I_{eff}^2 \rightarrow I_{eff} = \sqrt{\frac{V_{max}^2}{4.R^2}} = \frac{V_{max}}{2.R}$$



2- Redresseur PD2 à diodes avec une charge R

1- On suppose la conduction continue dans R.

D_1 et D_2 constituent un commutateur plus positif

D_3 et D_4 constituent un commutateur plus négatif

On en déduit les intervalles de conduction des diodes (voir graphes)

2- Connaissant les intervalles de conduction des diodes, on en déduit $u_c(t)$ sur le graphe.

3- Connaissant la nature de la charge (charge R). On n déduit le courant. L'hypothèse de la conduction continue dans la charge R est vérifiée.

4- On vérifie bien que $i_e(t) = \frac{u_c(t) \cdot i_c(t)}{v_e(t)}$

$$\rightarrow v_e(t) = u_c(t) \leftrightarrow i_e(t) = i_c(t) \text{ et } u_c(t) = -v_e(t) \leftrightarrow i_e(t) = -i_c(t)$$

5- **Puissance instantanée** : $p(t) = u_c(t) \cdot i_c(t)$ voir courbes

$$P = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \frac{V_{max}^2 \sin^2(\theta)}{R} \cdot d\theta = \frac{V_{max}^2}{\pi \cdot R} \int_0^\pi \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \cdot d\theta =$$

$$\frac{V_{max}^2}{2 \cdot \pi \cdot R} \left[\theta - \frac{\sin(2\theta)}{2} \right]_0^\pi = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot \pi \cdot R} (\pi) \rightarrow P = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot R}$$

Cette puissance est fournie par la source $v_e(t)$ et consommée par la charge R.

$$\text{Donc } P = R \cdot I_{ceff}^2$$

Sachant que : $v_e(t) = u_c(t) \leftrightarrow i_e(t) = i_c(t)$ et $u_c(t) = -v_e(t) \leftrightarrow i_e(t) = -i_c(t)$

On en déduit que $i_c^2(t) = i_e^2(t)$, donc $I_{e\text{eff}} = I_{c\text{eff}}$

$$I_{e\text{eff}}^2 = \frac{P}{R} = \frac{V_{max}^2}{2 \cdot R^2} \leftrightarrow I_{e\text{eff}} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2} \cdot R} = \frac{I_{e\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Ce qui constitue un résultat bien connu pour le régime alternatif sinusoïdal.

6- Facteur de puissance (Power factor)

$$PF = \frac{P}{V_{e\text{eff}} \cdot I_{e\text{eff}}} = \frac{\frac{V_{max}^2}{2 \cdot R}}{\frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_{max}}{\sqrt{2} \cdot R}} = 1$$

Ce résultat étant tout à fait prévisible car $v_e(t)$ et $i_e(t)$ sont alternatifs sinusoïdaux et en phase. Par conséquent : $PF = \cos(\varphi) = \cos(0) = 1$.

7- En comparant le graphe de la puissance instantanée de ce montage avec celui du montage précédent, on constate que sa valeur moyenne est doublée.

$$\text{Donc : } P_{\text{premier montage}} = \frac{\frac{V_{max}^2}{2 \cdot R}}{2} = \frac{V_{max}^2}{4 \cdot R}$$

8- Avec le premier montage à une seule diode, la valeur moyenne de $i_e(t)^2$ était deux fois plus faible que pour ce second montage

$$\text{Donc : } I_{e\text{eff}}^2 \text{ premier montage} = \frac{I_{e\text{eff}}^2 \text{ second montage}}{2}$$

Donc la valeur efficace du courant dans le premier montage vaut :

$$I_{e\text{eff}} \text{ premier montage} = \frac{\frac{V_{max}}{R \cdot \sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{max}}{2 \cdot R}$$

