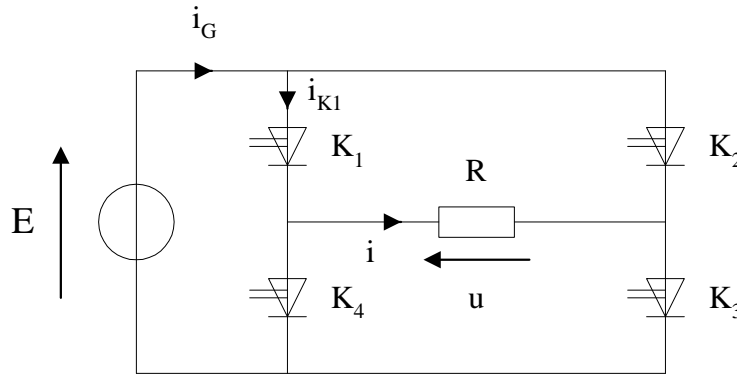


## 2 Exercices corrigés sur l'onduleur

### Exercice 1 :

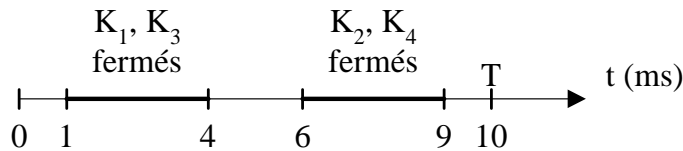
On réalise le montage suivant en utilisant quatre interrupteurs électroniques, fonctionnant deux par deux :



Le générateur de tension continue a une f.e.m.  $E$  égale à 24 V.

La charge est une résistance de valeur  $R = 100 \Omega$ .

Le fonctionnement des interrupteurs est résumé sur le diagramme ci-dessous :



Les interrupteurs sont supposés parfaits.

1- Représenter les chronogrammes :

- de la tension  $u$  aux bornes de la charge
- des courants  $i$ ,  $i_{K1}$  et  $i_G$ .

2- Calculer la valeur efficace de la tension  $u$ .

En déduire la valeur efficace du courant  $i$  et la puissance reçue par la charge.

3- Calculer la valeur moyenne du courant débité par le générateur.

En déduire la puissance fournie par le générateur et le rendement de l'onduleur.

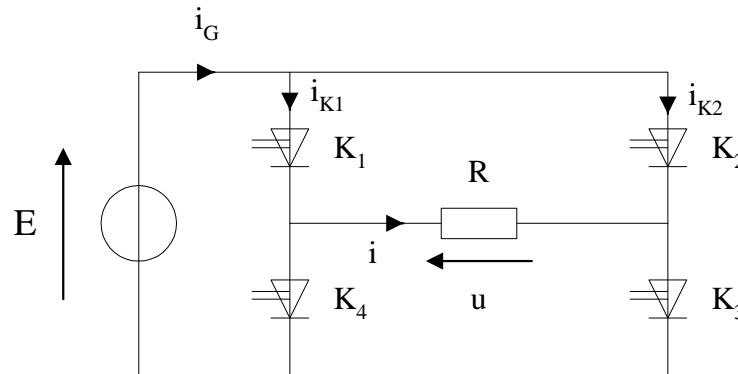
Commentaire ?

## Exercice 2 :

L'onduleur suivant est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés ( $K_1$  à  $K_4$ ) supposés parfaits.

E est une source de tension continue parfaite de valeur 200 V.

La charge est une résistance de valeur  $R = 100 \Omega$ .



Le tableau ci-dessous indique les états de conduction des interrupteurs.

	$0 < t < \alpha T/2$	$\alpha T/2 < t < T/2$	$T/2 < t < (1+\alpha)T/2$	$(1+\alpha)T/2 < t < T$
$K_1$	Fermé	Fermé	Ouvert	Ouvert
$K_2$	Ouvert	Fermé	Fermé	Ouvert
$K_3$	Fermé	Ouvert	Ouvert	Fermé
$K_4$	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé

1- Quel type de conversion réalise un onduleur autonome ?

Citer une application de ce type de convertisseur.

2- Représenter en fonction du temps la tension u aux bornes de la charge et le courant i circulant dans celle-ci (on prendra  $\alpha = 1/3$ ).

3- Exprimer la valeur moyenne et la valeur efficace du courant i en fonction de E, R et  $\alpha$ . Faire l'application numérique (avec  $\alpha = 1/3$ ).

4- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie à la charge.

5- Tracer les chronogrammes des courants  $i_{K1}$ ,  $i_{K2}$  et  $i_G$ .

6- Exprimer les valeurs moyennes des courants  $i_{K1}$ ,  $i_{K2}$  et  $i_G$  en fonction de E, R et  $\alpha$ . Faire l'application numérique.

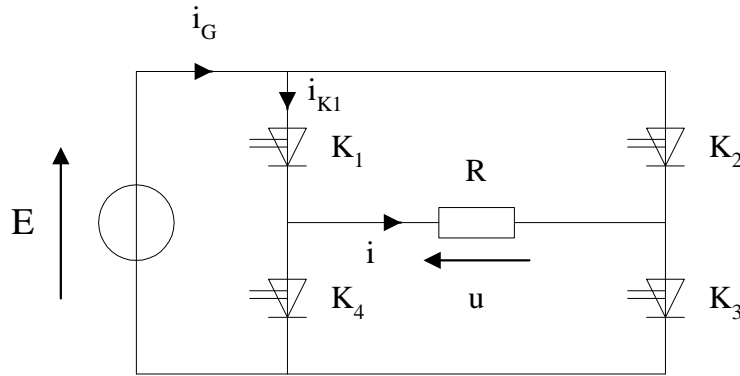
7- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie par la source E. Commentaire ?

8- Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

## Corrigés

### Exercice 1 :

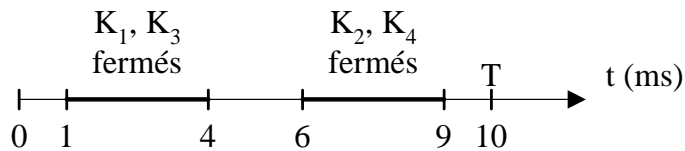
On réalise le montage suivant en utilisant quatre interrupteurs électroniques, fonctionnant deux par deux :



Le générateur de tension continue a une f.e.m.  $E$  égale à 24 V.

La charge est une résistance de valeur  $R = 100 \Omega$ .

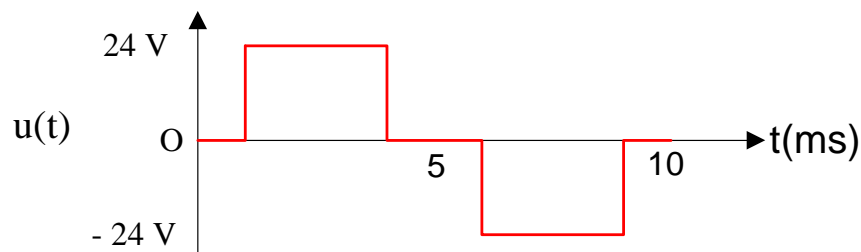
Le fonctionnement des interrupteurs est résumé sur le diagramme ci-dessous :



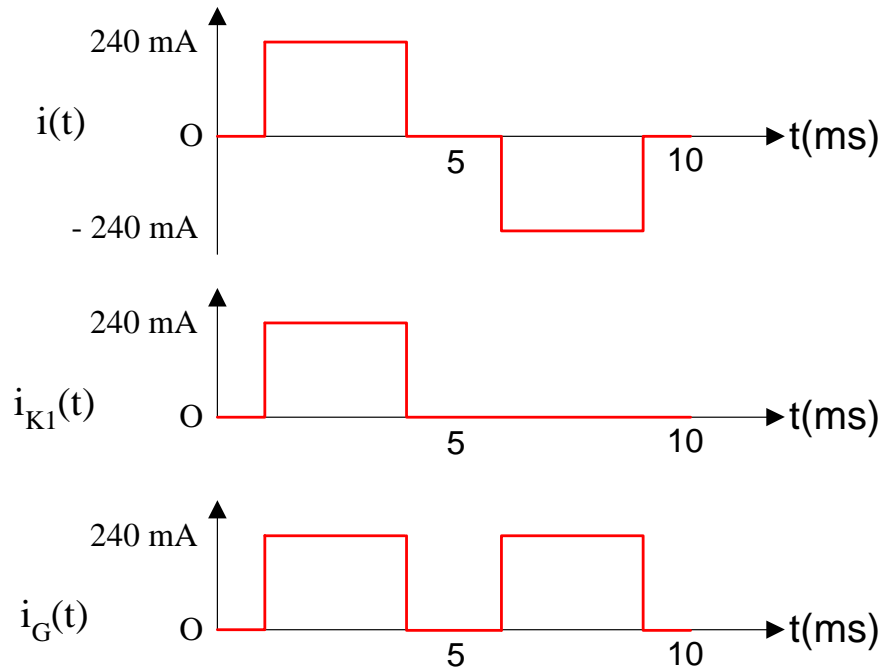
Les interrupteurs sont supposés parfaits.

1- Représenter les chronogrammes :

- de la tension  $u$  aux bornes de la charge



- des courants  $i$ ,  $i_{K1}$  et  $i_G$ .



2- Calculer la valeur efficace de la tension  $u$ .

$$U = E \sqrt{1 - \frac{\tau}{T}} = 24 \sqrt{1 - \frac{2}{5}} = 18,6 \text{ V}$$

En déduire la valeur efficace du courant  $i$  et la puissance reçue par la charge.

$$I = U / R = 186 \text{ mA}$$

$$RP^2 = 3,46 \text{ W}$$

3- Calculer la valeur moyenne du courant débité par le générateur.

$$\langle i_G \rangle = 240 \times 3 / 5 = 144 \text{ mA}$$

En déduire la puissance fournie par le générateur et le rendement de l'onduleur.

$$E \langle i_G \rangle = 3,46 \text{ W}$$

$$\text{Rendement : } 100 \%$$

Commentaire ?

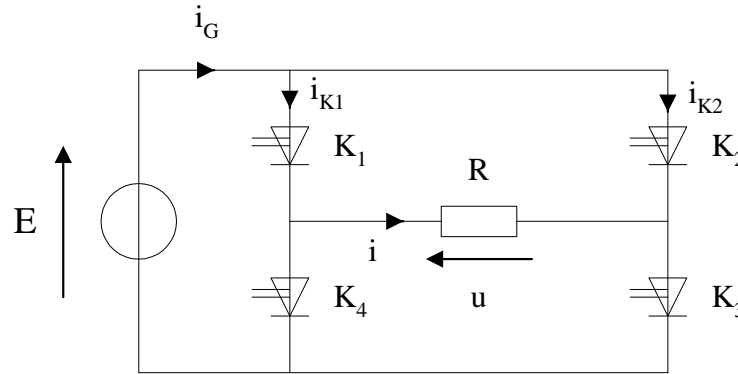
Le rendement est de 100 % car les interrupteurs sont supposés parfaits (ce qui n'est évidemment pas le cas en pratique).

**Exercice 2 :**

L'onduleur suivant est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés ( $K_1$  à  $K_4$ ) supposés parfaits.

E est une source de tension continue parfaite de valeur 200 V.

La charge est une résistance de valeur  $R = 100 \Omega$ .



Le tableau ci-dessous indique les états de conduction des interrupteurs.

	$0 < t < \alpha T/2$	$\alpha T/2 < t < T/2$	$T/2 < t < (1+\alpha)T/2$	$(1+\alpha)T/2 < t < T$
$K_1$	Fermé	Fermé	Ouvert	Ouvert
$K_2$	Ouvert	Fermé	Fermé	Ouvert
$K_3$	Fermé	Ouvert	Ouvert	Fermé
$K_4$	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé

1- Quel type de conversion réalise un onduleur autonome ?

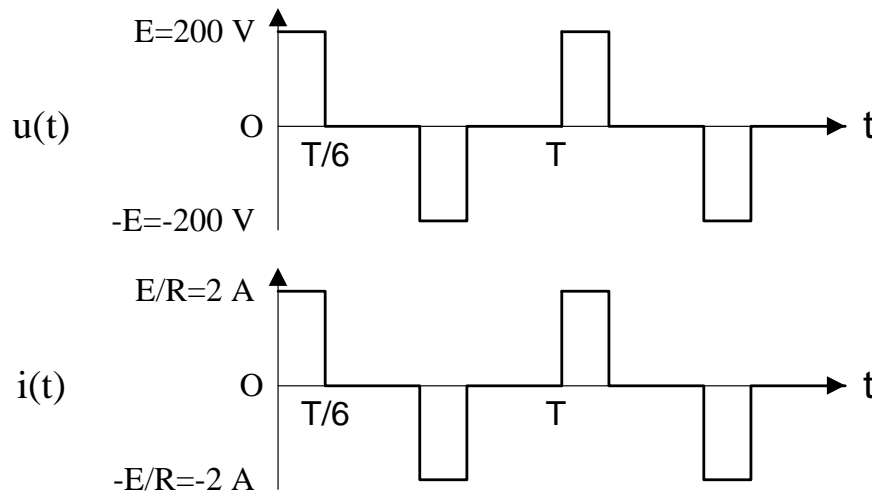
Conversion continu/alternatif.

Citer une application de ce type de convertisseur.

Alimentation de secours.

Variateur de vitesse pour moteur asynchrone.

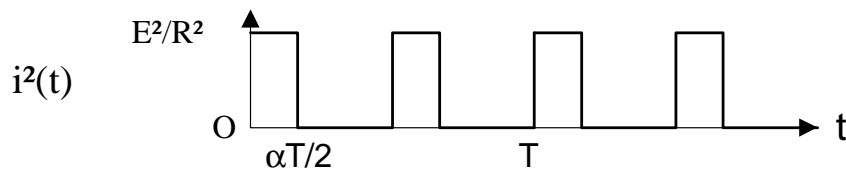
2- Représenter en fonction du temps la tension  $u$  aux bornes de la charge et le courant  $i$  circulant dans celle-ci (on prendra  $\alpha = 1/3$ ).



3- Exprimer la valeur moyenne et la valeur efficace du courant  $i$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $\alpha$ . Faire l'application numérique (avec  $\alpha = 1/3$ ).

$$\langle i \rangle = 0$$

Par définition :  $I_{\text{eff}} = \sqrt{\langle i^2 \rangle}$



$$\langle i^2 \rangle = \alpha (E/R)^2$$

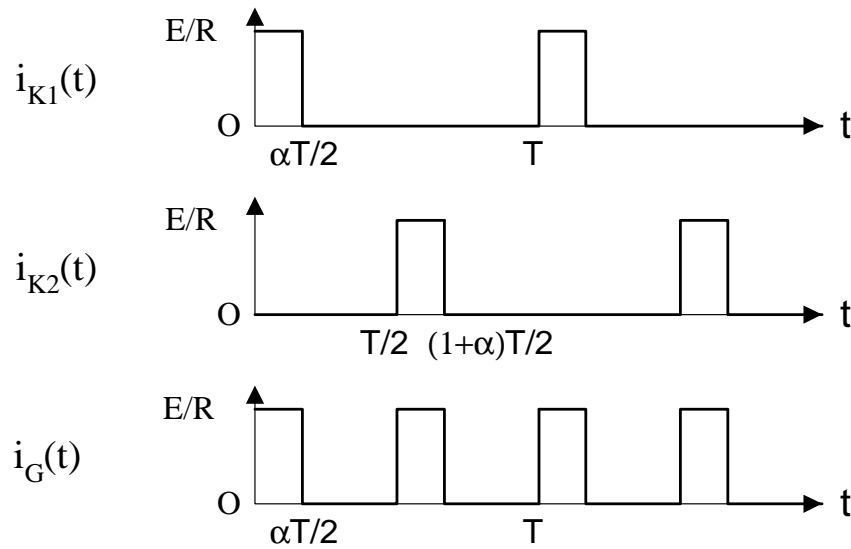
Finalement :  $I_{\text{eff}} = \sqrt{\alpha} \frac{E}{R} = 1,155 \text{ A}$

4- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie à la charge.

$$\langle ui \rangle = \langle Ri^2 \rangle = RI_{\text{eff}}^2 \quad (\text{Loi de Joule})$$

A.N. 133 watts

5- Tracer les chronogrammes des courants  $i_{K1}$ ,  $i_{K2}$  et  $i_G$ .



6- Exprimer les valeurs moyennes des courants  $i_{K1}$ ,  $i_{K2}$  et  $i_G$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $\alpha$ .  
Faire l'application numérique.

$$\langle i_{K1} \rangle = \langle i_{K1} \rangle = \frac{\alpha E}{2R}$$

A.N. 0,33 A

$$\langle i_G \rangle = \langle i_{K1} \rangle + \langle i_{K2} \rangle = \alpha E / R = 0,67 \text{ A}$$

7- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie par la source  $E$ .  
Commentaire ?

$$\langle E i_G \rangle = E \langle i_G \rangle = 133 \text{ W}$$

La puissance reçue par la charge est égale à la puissance fournie par la source.

Le rendement du onduleur est donc de 100 %.

Autrement dit, il n'y a pas de pertes dans les interrupteurs électroniques (c'est normal puisque ceux-ci ont été supposés parfaits ...).

8- Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

Les interrupteurs doivent être commandables à l'ouverture et à la fermeture.

En pratique, on utilise des semi-conducteurs de puissance tels que le transistor bipolaire, le thyristor GTO, le transistor MOSFET ou encore le transistor IGBT (liste non exhaustive).