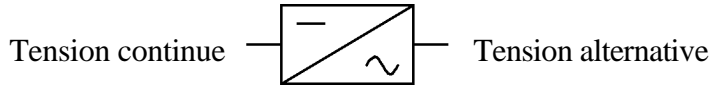


Onduleur autonome

1. Définition

Un onduleur est un convertisseur continu - alternatif



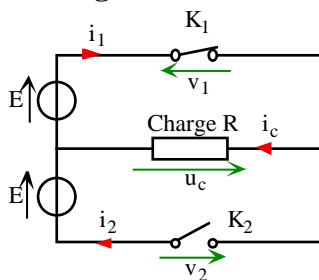
Il est autonome lorsqu'il impose sa propre fréquence à la charge.

2. Principe de fonctionnement : débit sur charge résistive

2.1 Commande symétrique

Il s'agit d'actionner alternativement les interrupteurs K_1 et K_2 durant des intervalles de temps réguliers.

Montage :



Relations :

$$\begin{aligned} i_c &= i_1 - i_2 \\ E - v_1 - u_c &= 0 \\ E + u_c - v_2 &= 0 \end{aligned}$$

Analyse :

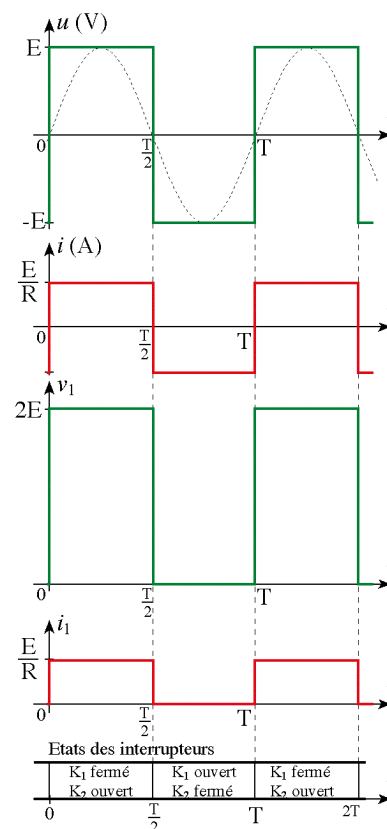
• de 0 à $T/2$

$$\begin{aligned} K_1 \text{ est fermé} & \quad v_1 = 0 \\ K_2 \text{ est ouvert} & \quad i_2 = 0 \\ u_c &= E \\ i_c = i_1 &= E/R \\ v_2 &= E + u_c = 2.E \end{aligned}$$

• de $T/2$ à T

$$\begin{aligned} K_1 \text{ est ouvert} & \quad i_1 = 0 \\ K_2 \text{ est fermé} & \quad v_2 = 0 \\ u_c &= -E \\ i_c = i_2 &= -E/R \\ v_1 &= E + u_c = 2.E \end{aligned}$$

Oscillogrammes :

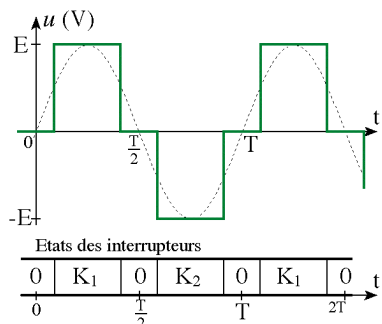


Remarque :

Sur l'oscillogramme de u_c , figure en pointillés le signal sinusoïdale que l'on voudrait obtenir.

2.2 Commande décalée

L'idéal serait d'obtenir une tension de sortie u_c de forme sinusoïdale. La commande décalée fournit un signal plus proche de la forme sinusoïdale que la commande précédente.



2.3 Interrupteurs électroniques

Il faut un interrupteur électronique pouvant être commandé à l'ouverture et la fermeture :

- transistor
- thyristor avec un circuit d'extinction du courant

Ces composants ne laissent passer le courant que dans un sens.

Symbole d'un interrupteur unidirectionnel pouvant être commandé à l'ouverture et la fermeture :



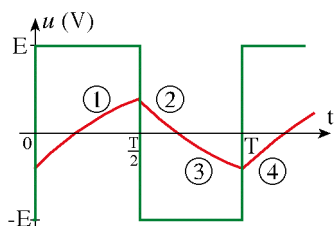
3. Débit sur charge inductive

3.1 Analyse du problème

Très souvent la charge est inductive : moteur synchrone, bobinage de chauffage. Dans ce cas la forme du courant est différente de celle de la tension. En effet si la tension peut changer subitement, le courant du fait de l'inductance du circuit va varier progressivement.

Rappel : le courant à travers une inductance ne peut subir de discontinuité.

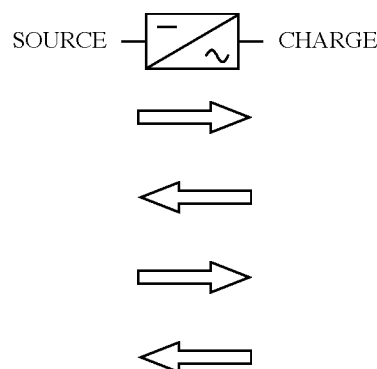
Oscillogrammes :



Analyse :

- ① $u_c > 0$
 $i_c > 0$
- ② $u_c < 0$
 $i_c > 0$
- ③ $u_c < 0$
 $i_c < 0$
- ④ $u_c > 0$
 $i_c < 0$

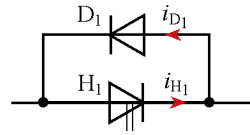
Sens du transfert d'énergie :



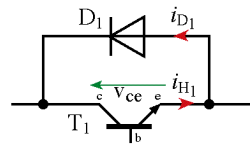
3.2 Conséquences

Un interrupteur électronique étant en général unidirectionnel, pour permettre au courant de circuler dans le sens opposé à celui permis par l'interrupteur, on place une diode de façon à réaliser un montage dit *antiparallèle*.

Montage antiparallèle :

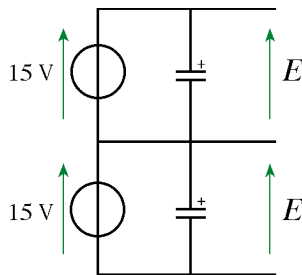


Dans le cas du transistor :

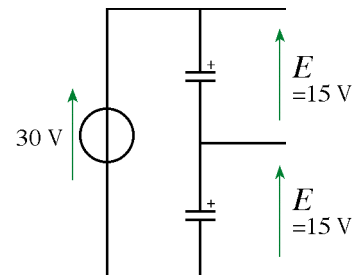


3.3 Remarques

Il faut que la source d'énergie supporte le courant en sens inverse. Il faut donc utiliser des batteries ou des alimentations couplées en parallèle avec des condensateurs.

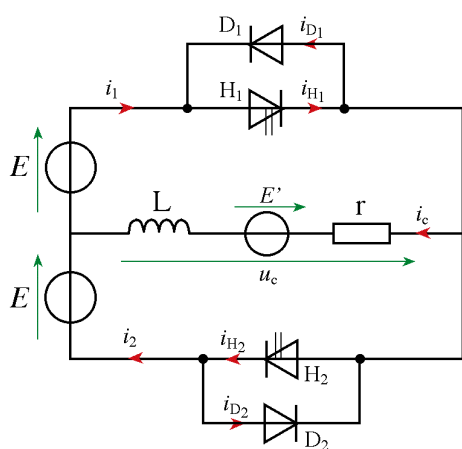


ou
avec
 $C = 4700 \mu\text{F} - 30\text{V}$



3.4 Etude du montage

Montage :



Analyse partielle :

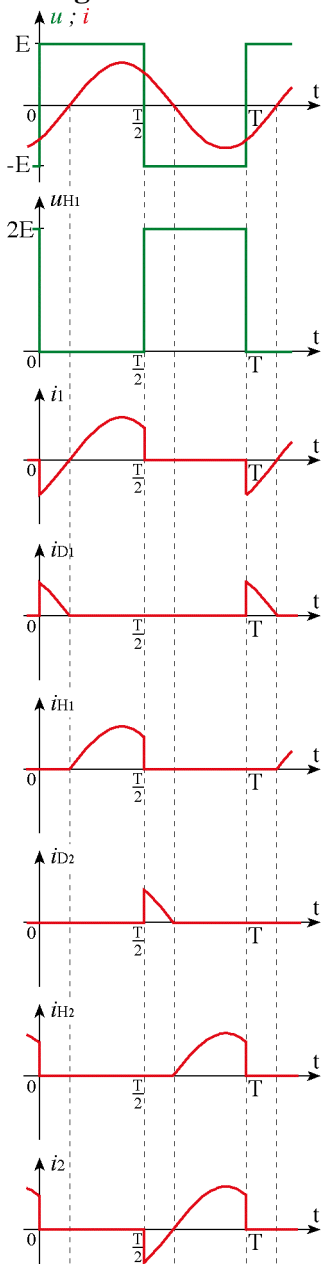
- de 0 à t_1

$$i_c < 0 ; u_c > 0$$

C'est la diode D1 qui conduit.
 $p = u_c \cdot i_c < 0$: il y a récupération par la source d'une partie de l'énergie fournie à la charge durant la phase précédente. D₁ est dite diode de **récupération**.

Durant ce temps l'interrupteur H₁ est déjà commandé mais comme le courant est en sens inverse il reste bloqué.

Oscillogrammes :



Remarque :

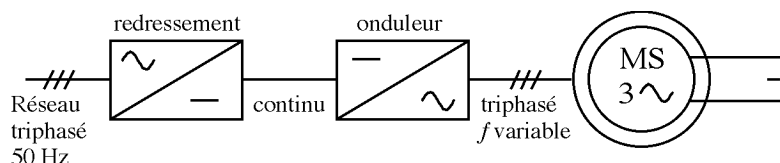
- l'intensité i du courant dans la charge (en pointillés) est sinusoïdale tandis que la tension est en créneaux, i étant décalée en arrière par rapport à u_c (ou u). Cette situation se rencontre si la charge est active comme par exemple un moteur asynchrone.

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| D ₁ | H ₁ | D ₂ | H ₂ | Eléments passants |
| | H ₁ | | H ₂ | Eléments commandés |
| - | + | - | + | Signe de la puissance reçue par la charge |

4. Application

4.1 Réglage de la vitesse de rotation d'un moteur synchrone

La vitesse d'un moteur synchrone est fixée par la pulsation des courants statoriques. Pour changer de vitesse il faut donc changer la fréquence des tensions d'alimentation. Il faut donc redresser la tension du réseau puis l'onduler à la fréquence désirée.



4.2 Réglage de la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone

4.2.1 Rappel

$$V_s = K f_s N_s \quad \text{et} \quad n = n_s (1 - g) = \frac{f_s}{p} (1 - g)$$

V_s : f.é.m. induite dans une phase du stator (V)

K : coefficient qui dépend de la machine

N_s : nombre de conducteurs d'une phase

Φ : flux utile maximal embrassé par une spire (Wb)

f_s : fréquence de la tension d'alimentation (HZ)

n : vitesse de rotation (trs.s⁻¹)

n_s : vitesse de rotation synchrone = f_s / p (trs.s⁻¹)

g : glissement de la machine asynchrone

1.1.2 Conditions à réaliser

Pour varier la vitesse de rotation il faut varier la fréquence f_s de la tension. Mais il faut que le couple reste important, c'est à dire le flux doit rester constant.

$$\text{Or, on a sensiblement : } \Phi = \frac{1}{KN_s} \cdot \frac{V_s}{f_s}$$

Il faut alimenter le moteur en maintenant le rapport $\frac{V_s}{f_s}$ constant.

Si on augmente la vitesse, il faut diminuer la tension d'alimentation dans les limites de bon fonctionnement de la machine.

5. Alimentation de secours

Lors d'une panne d'électricité, un onduleur assure la continuité de l'alimentation des machines à partir de batteries. En informatique professionnelle un onduleur est indispensable pour éviter la perte d'informations en cas de panne de secteur.

6. Vocabulaire

onduleur

autonome

commande symétrique

commande décalée

interrupteur unidirectionnel

montage antiparallèle

diode de récupération