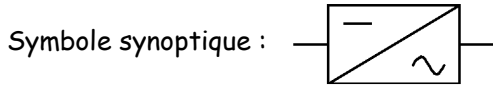


I. Définition et symbole

Un onduleur est un convertisseur statique continu-alternatif. Il permet de produire une tension alternative à partir d'une tension continue.

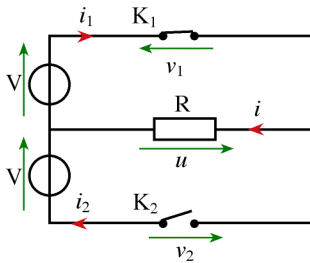


Un onduleur est dit autonome lorsqu'il impose sa fréquence à la charge.

II. Onduleur de tension monophasé à deux interrupteurs

II.1. Débit sur une charge résistive

Montage et analyse :



Relations :

$$i = i_1 - i_2$$

$$V - v_1 - u = 0$$

$$V + u - v_2 = 0$$

$$i = u / R$$

• de 0 à T/2

$$K_1 \text{ est fermé} \Rightarrow v_1 = 0$$

$$K_2 \text{ est ouvert} \Rightarrow i_2 = 0$$

$$\Rightarrow u = V$$

$$i = i_1 = V/R$$

$$v_2 = V + u = 2.V$$

• de T/2 à T

$$K_1 \text{ est ouvert} \Rightarrow i_1 = 0$$

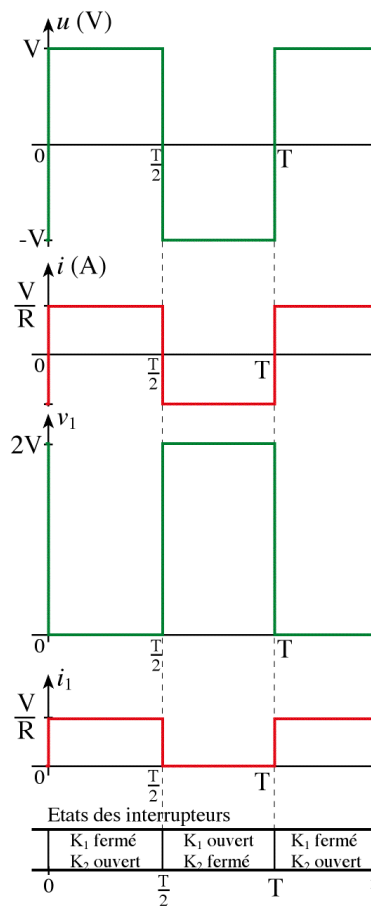
$$K_2 \text{ est fermé} \Rightarrow v_2 = 0$$

$$\Rightarrow u = -V$$

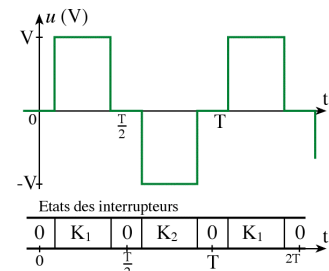
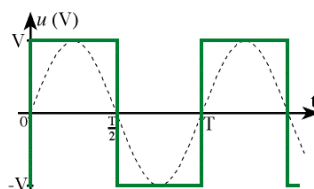
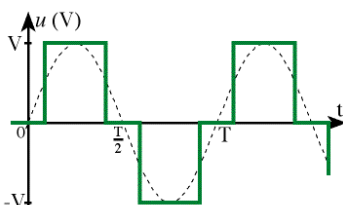
$$i = -i_2 = -V/R$$

$$v_1 = V - u = 2.V$$

Chronogrammes :



On parle ici d'un onduleur à commande symétrique car lorsque que K₁ est ouvert, K₂ est fermé et vice versa. Pour se rapprocher d'une tension sinusoïdale aux bornes de la charge, on a recours à la commande décalée :

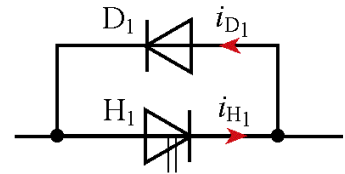
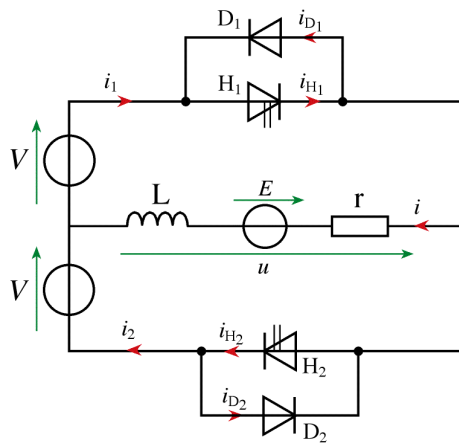


II.2. Débit sur une charge inductive

Rappelons que le courant ne peut subir de discontinuité dans une bobine. En conséquence, il faut que les interrupteurs K_1 et K_2 soient, en plus d'être commandables à l'ouverture et à la fermeture, **bidirectionnels**.

On réalise à cet effet un montage antiparallèle pour chaque interrupteur :

Montage :



Analyse du fonctionnement :

- de 0 à t_1 :

$i < 0$ et $u = V$ ($u > 0$)

C'est l'interrupteur K_1 qui conduit.
Comme $i < 0$, c'est la diode D_1 qui conduit.

Durant ce temps, H_1 est déjà commandé à la fermeture mais comme le courant est en sens inverse il reste bloqué.

- de t_1 à $T/2$:

$i > 0$ et $u = V$ ($u > 0$)

C'est l'interrupteur K_1 qui conduit.
Comme $i > 0$, c'est H_1 qui conduit.

- de $T/2$ à t_3 :

$i > 0$ et $u = -V$ ($u < 0$).

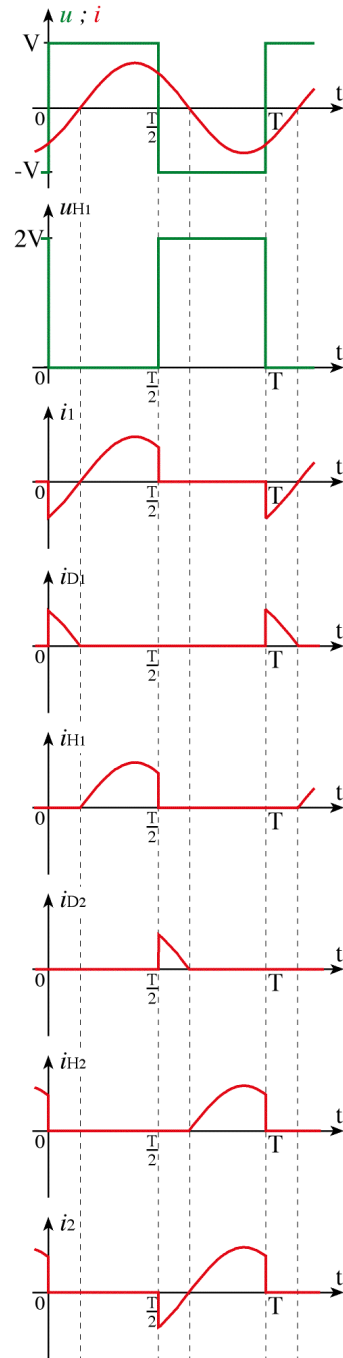
C'est l'interrupteur K_2 qui conduit.
Comme $i > 0$, c'est la diode D_2 qui conduit.

- de t_3 à T :

$i < 0$ et $u = -V$ ($u < 0$).

C'est l'interrupteur K_2 qui conduit.
Comme $i < 0$, c'est H_2 qui conduit.

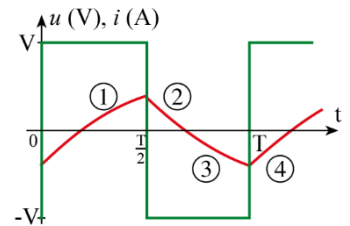
Chronogrammes :



D_1	H_1	D_2	H_2	Eléments passants
	H_1		H_2	Eléments commandés
-	+	-	+	Signe de la puissance reçue par la charge

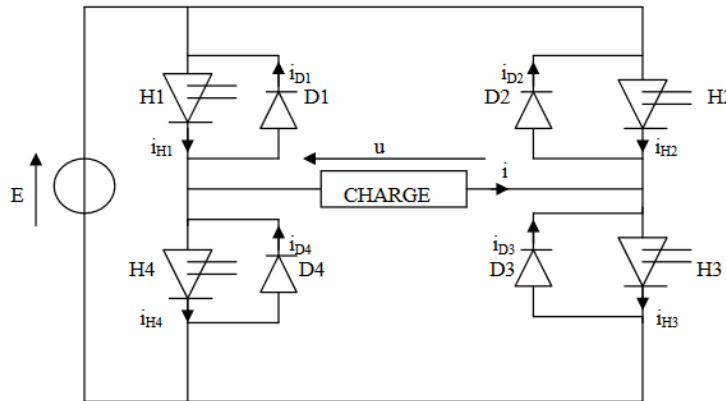
Commentaires : - comme i peut-être négative ou positive, il faut que les sources de tensions V utilisées supportent le courant en sens inverse.

- dans les zones 2 et 4, $i(t)$ et $u(t)$ sont de signe opposé. En conséquence, on a pour la charge $p(t) = u(t) \times i(t) < 0$: sur ces phases, la charge fournit de l'énergie à la source. En effet, une partie de l'énergie fournie à la charge est stockée dans l'inductance puis restituée à la source : on dit qu'il y a récupération d'énergie.



III. Onduleur de tension monophasé à quatre interrupteurs (en pont)

III.1. Montage



Dans le montage à quatre interrupteurs, une seule source de tension est nécessaire. De même que pour le montage à deux interrupteurs, il est possible de réaliser une commande symétrique ou une commande décalée.

III.2. Commande symétrique

Dans ce mode de fonctionnement, K_1 et K_3 sont fermés pendant que K_2 et K_4 sont ouverts et vice versa. Le fonctionnement est analogue à celui du montage deux interrupteurs.

Analyse du fonctionnement

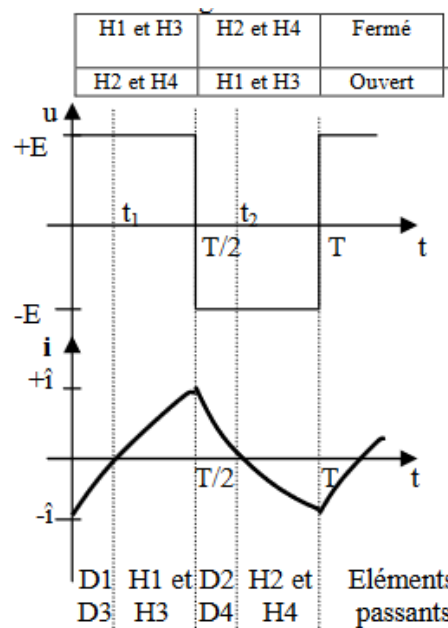
- **de 0 à t_1 :**
 $i < 0$ et $u = E$ (donc $u > 0$)
 Les interrupteurs K_1 et K_3 conduisent.
 Comme $i < 0$, ce sont les diodes D_1 et D_3 qui conduisent.

Éléments commandés

- **de t_1 à $T/2$:**
 $i > 0$ et $u = E$ (donc $u > 0$)
 Les interrupteurs K_1 et K_3 conduisent.
 Comme $i > 0$, ce sont les transistors H_1 et H_3 qui conduisent.

En commande symétrique, $U_{eff} = E$

Oscillogrammes



Remarque : les oscillogrammes obtenus ici concernent une charge inductive.

III.3. Commande décalée

Dans ce mode de fonctionnement, la commande de K_1 et K_4 est décalée de τ par rapport à celle de K_3 et K_2 .

Analyse du fonctionnement

- de 0 à t_1 :

$u = 0$ et $i < 0$

Les interrupteurs K_3 et K_4 conduisent.
Comme $i < 0$, c'est la diode D_3 et le transistor H_4 qui conduisent.

- de t_1 à t_2 :

$u = E$ et $i < 0$

Les interrupteurs K_1 et K_3 conduisent.
Comme $i < 0$, ce sont les diodes D_1 et D_3 qui conduisent.

$p(t) = u(t) \times i(t) < 0$, la charge fournit de l'énergie à la source

- de t_2 à t_3 :

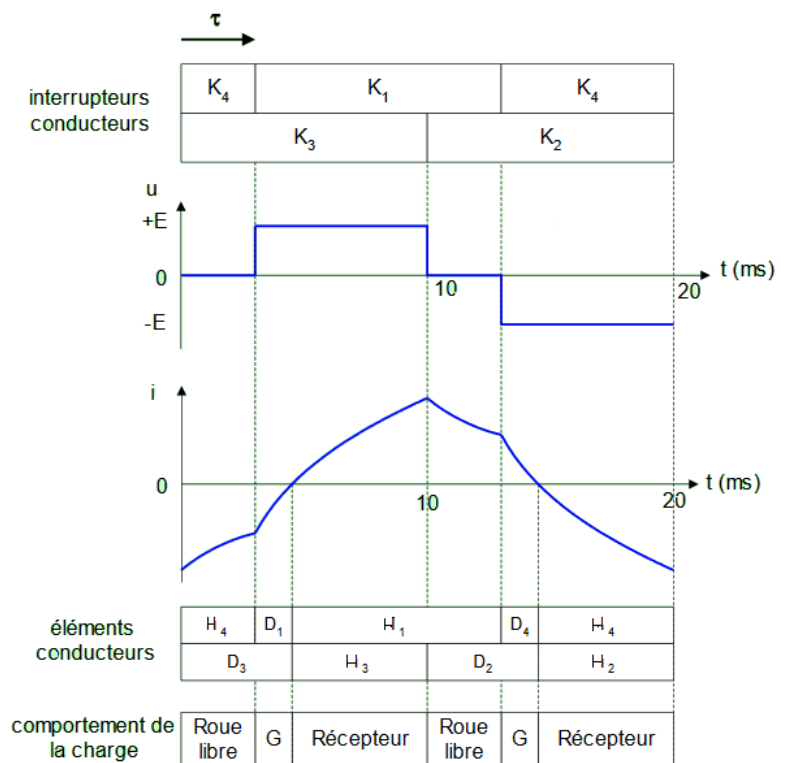
$u = E$ et $i > 0$

Les interrupteurs K_1 et K_3 conduisent.
Comme $i > 0$, ce sont les transistors H_1 et H_3 qui conduisent.

$p(t) = u(t) \times i(t) > 0$, la charge reçoit de l'énergie de la source

En commande décalée, $U_{eff} = E \sqrt{1 - 2 \frac{\tau}{T}}$: il est possible de régler U_{eff} entre 0 et E.

Oscillogramme



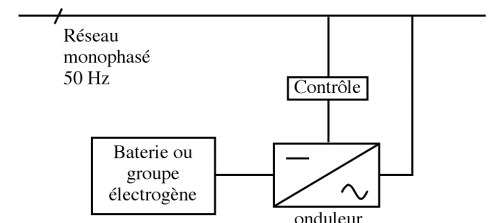
III.4. Notion de MPLI

Les onduleurs MPLI (modulation de position et de largeur d'impulsion), plus couramment appelés MLI, permettent de recréer des sinusoïdes presque parfaites à l'aide d'impulsions calibrées et d'un filtre passe-bas adéquat.

IV. Applications des onduleurs

IV.1. 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.



IV.2. Réglage de la vitesse de rotation d'un moteur synchrone

Pour régler la vitesse de rotation, il faut changer la fréquence des tensions d'alimentation du moteur. On redresse donc la tension du réseau puis on l'ondule à la fréquence désirée.

On utilise l'onduleur dans bien d'autres domaines : onduleur solaire (pour les panneaux photovoltaïques), onduleur de protection de matériel électronique, ...