

## 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.

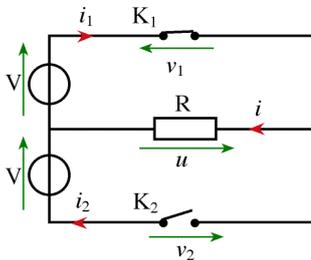


Un onduleur est dit autonome lorsqu'il impose sa fréquence à la charge.

## 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

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

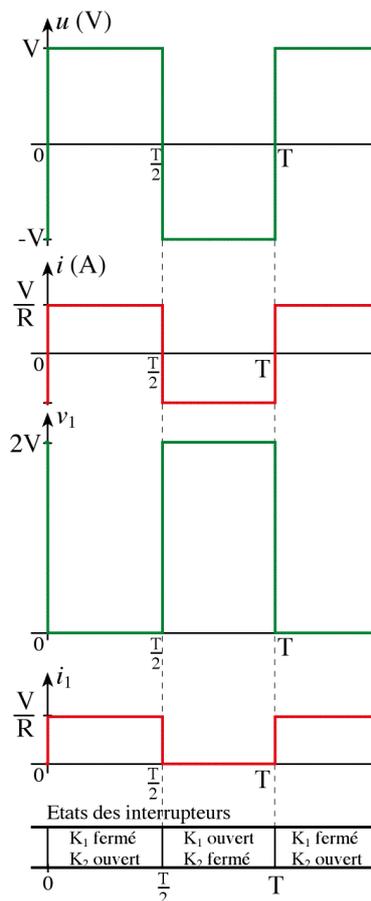
$$K_2 \text{ est fermé} \Rightarrow v_2 = 0$$

$$\Rightarrow u = -V$$

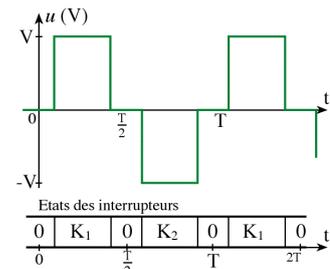
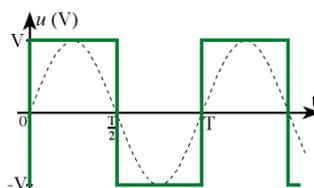
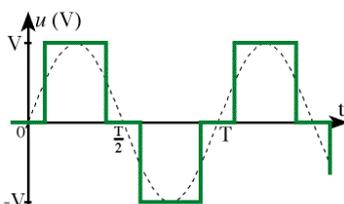
$$i = -i_2 = -V/R$$

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

Chronogrammes :



On parle ici d'un onduleur à commande symétrique car lorsque que K<sub>1</sub> est ouvert, K<sub>2</sub> est fermé et vice versa. Pour se rapprocher d'une tension sinusoïdale aux bornes de la charge, on a recours à la commande décalée :

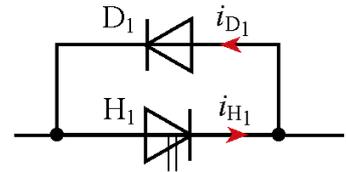
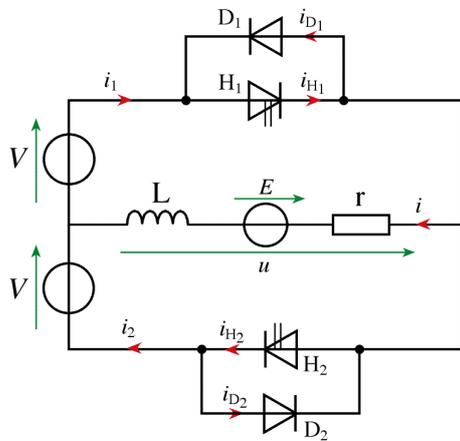


## II.2. Débit sur une charge inductive

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

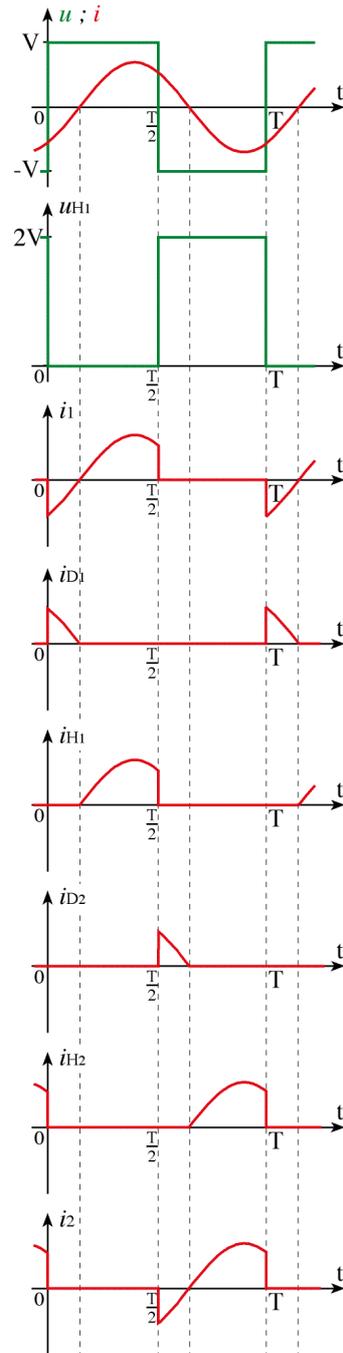
C'est l'interrupteur  $K_2$  qui conduit.  
Comme  $i > 0$ , c'est la diode  $D_2$  qui conduit.

- 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.

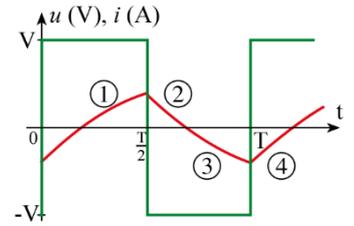
Chronogrammes :



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

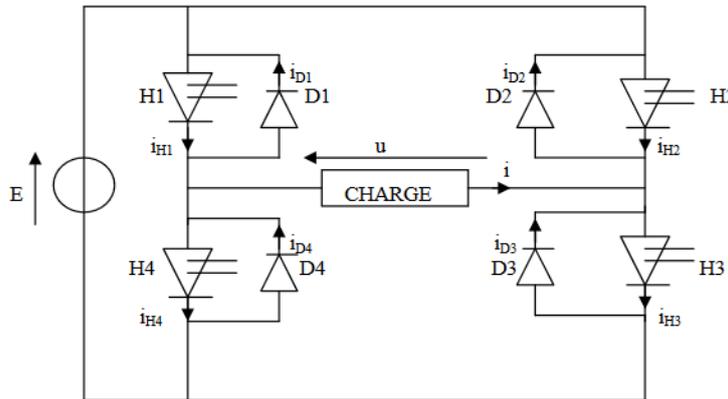
**Commentaires** : - comme  $i$  peut-être négative ou positive, il faut que les sources de tensions  $V$  utilisées supportent le courant en sens inverse.

- 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

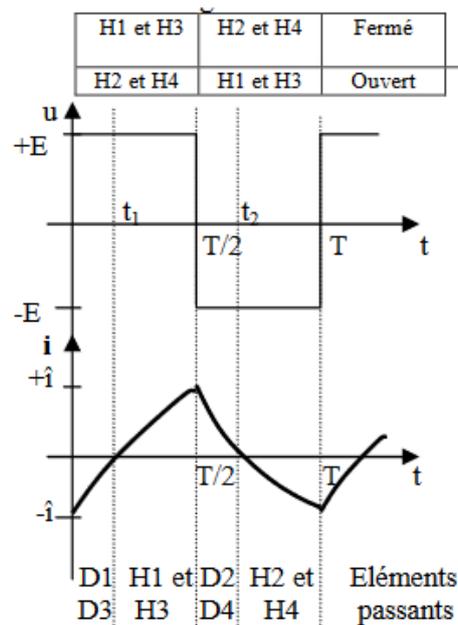
- **de 0 à  $t_1$  :**  
 $i < 0$  et  $u = E$  (donc  $u > 0$ )  
 Les interrupteurs  $K_1$  et  $K_3$  conduisent.  
 Comme  $i < 0$ , ce sont les diodes  $D_1$  et  $D_3$  qui conduisent.

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  $\tau$  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  $t_3$  :

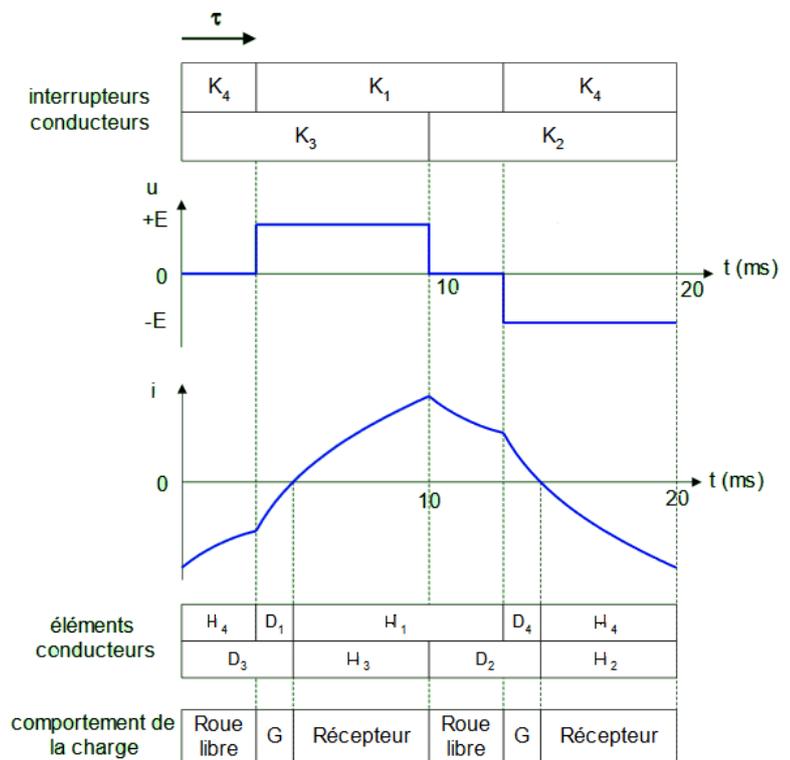
$u = E$  et  $i > 0$

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



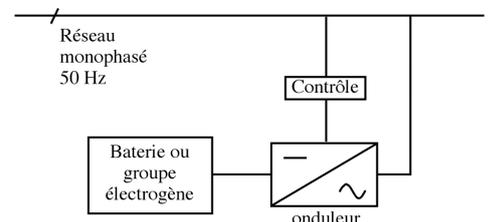
### III.4. Notion de MPLI

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, ...