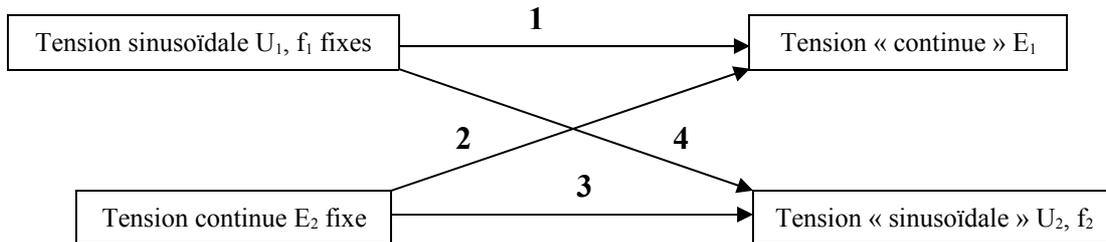


But : il s'agit de transformation d'énergie électrique sous différentes formes :



**1** : montage redresseur, tension  $E_1$  fixe (redressement à diodes) ou réglable (redressement contrôlé à diodes et thyristors) ;

**2** : montage hacheur (à transistors ou thyristors), tension  $E_1$  avec une valeur moyenne fixe ou réglable ;

**3** : montage onduleur,  $U_2$  et  $f_2$  sont fixes ou réglables;

**4** : montage gradateur ( $U_2$  variable et  $f_2$  fixe) ou un montage redresseur associé avec un montage onduleur ( $U_2$  et  $f_2$  variables).

## 1) Les composants utilisés.

### 1-1) La diode.

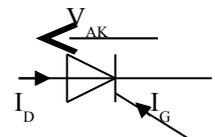
Celle-ci possède les mêmes caractéristiques d'une diode petits signaux sauf que sa tension de seuil est plus élevée (quelques volts). De plus elle peut permettre le passage d'un courant important (plusieurs dizaines ou centaines d'ampères) et supporte des tensions inverses élevées (quelques centaines de volts). Son boîtier est en général monté sur un dissipateur afin de le refroidir.

### 1-2) Le transistor.

On a là aussi les mêmes caractéristiques qu'un transistor petits signaux. Les tensions  $V_{be}$  et  $V_{ce_{sat}}$  sont plus élevées et le gain  $\beta$  est faible (inférieur à 50 très souvent). Il est utilisé pour des courants collecteurs relativement faibles (inférieurs à 100A). Sa commande est simple. Lui aussi est monté sur un radiateur. Le transistor MOS est lui aussi employé mais ne permet pas de commuter des courants important et est très fragile (sensible aux parasites).

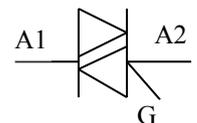
### 1-3) Le thyristor.

Il s'agit en fait de l'équivalent d'une diode commandée par le courant de gâchette  $I_G$ . Une impulsion sur  $I_G$  permet au thyristor de laisser passer le courant  $I_D$  dans le sens direct. Il se rebloque quand le courant  $I_D$  s'annule ou que la tension  $V_{AK}$  devient négative. Sa commande est plus complexe, il n'est parfois pas évident de le bloquer à un instant déterminé (on ajoute alors un circuit de blocage).



### 1-4) Le triac.

Il est constitué de deux thyristors tête-bêche. Une impulsion de commande le fait conduire pour un courant direct dans n'importe quel sens. Il se bloque lorsque le courant s'annule. Il est peu utilisé car limité à quelques dizaines d'ampères.



Il existe d'autres composants comme les IGBT, GTO, VMOS...qui sont des montages intégrant dans le même boîtier des transistors, diodes et thyristors.

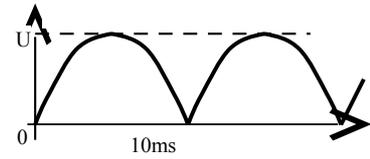
**2) Les montages redresseurs.**

**2-1) Redresseurs à diodes.**

A partir du secteur monophasé ou triphasé on fabrique un signal redressé dont la valeur moyenne est fixe et dépend du montage utilisé (de une à six diodes).

Exemple ci-contre avec un signal redressé double alternances à partir du secteur 230V (utilisation d'un pont de GRAETZ).

Exemple : systèmes électroniques alimentés à partir du secteur.



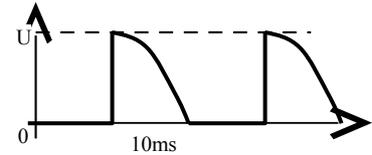
$$U_{red_{moy}} = \frac{2U}{\pi} = \frac{2 \times 230 \times \sqrt{2}}{\pi} = 207,1V$$

**2-2) Redresseurs à thyristor (redressement contrôlé).**

On remplace dans les montages précédents les diodes par des thyristors. La valeur moyenne dépend du montage utilisé et de l'angle de retard d'amorçage des thyristors.

Exemple ci-contre avec un signal redressé double alternances à partir du secteur 230V (retard de 90°).

Exemple : chargeurs de batterie.

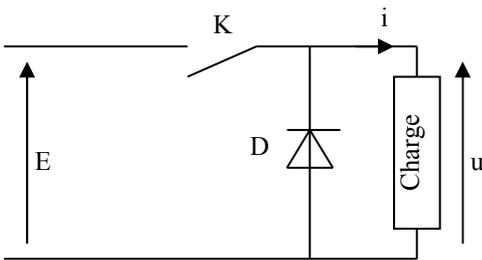


$$U_{red_{moy}} = 103,6V$$

**3) Les montages hacheurs.**

**3-1) Hacheur série ou dévolteur**

Schéma de principe :

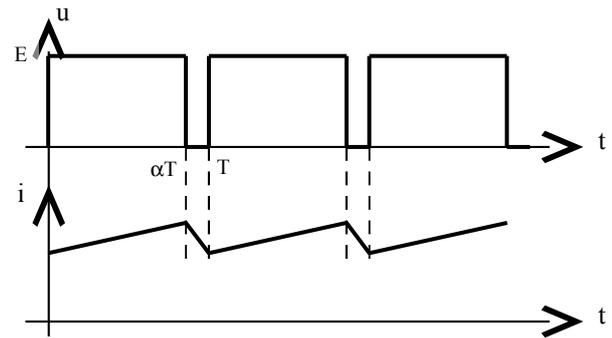


K se ferme pendant  $\alpha T$ , s'ouvre pendant  $(1-\alpha)T$ .

$$\text{On a } U_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t).dt = \alpha.E$$

K est constitué d'un transistor (et de son circuit d'aide à la commutation) ou d'un thyristor (et de son circuit de blocage).

Exemple : variation de vitesse des moteurs à courant continu (chariot de golf).



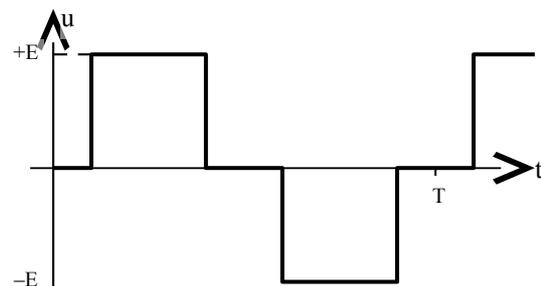
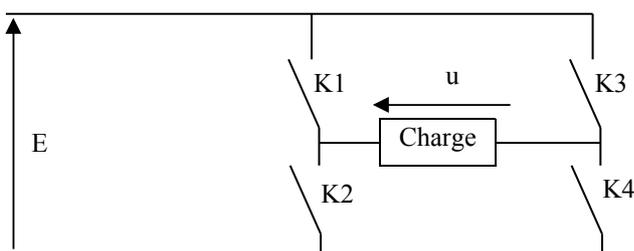
**3-2) Hacheur parallèle ou survolteur**

Des montages permettent d'obtenir une tension de sortie moyenne  $U_{moy}$  supérieure à la tension d'entrée  $E$ . Leur étude et réalisation sont compliquées.

Exemple : alimentation des afficheurs LCD à partir de piles de montre.

**4) Les montages onduleurs.**

**4-1) Circuit à commande symétrique**

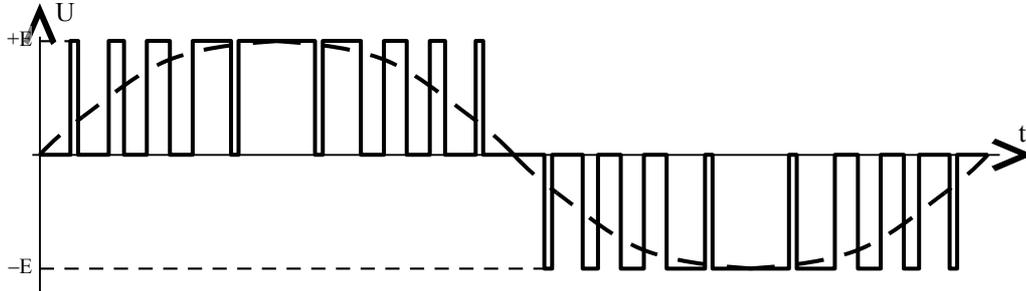


Les interrupteurs K1 à K4 sont constitués de transistors (et de leurs circuits d'aide à la commutation) ou de thyristors (et de leurs circuits de blocage).

Exemple : alimentation des ordinateurs avec les onduleurs de secours qui utilisent des batteries.

**4-2) Circuit à commande MLI (ou SWM)**

Montage identique au précédent mais commande plus complexe !



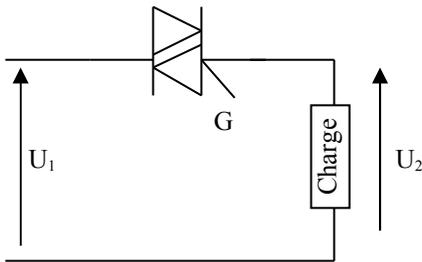
On « fabrique » une tension pseudo sinusoïdale pour la commande des moteurs alternatifs.

Exemple : faire varier la fréquence de la tension d'alimentation et donc la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone (barrière d'autoroute SYMPAC).

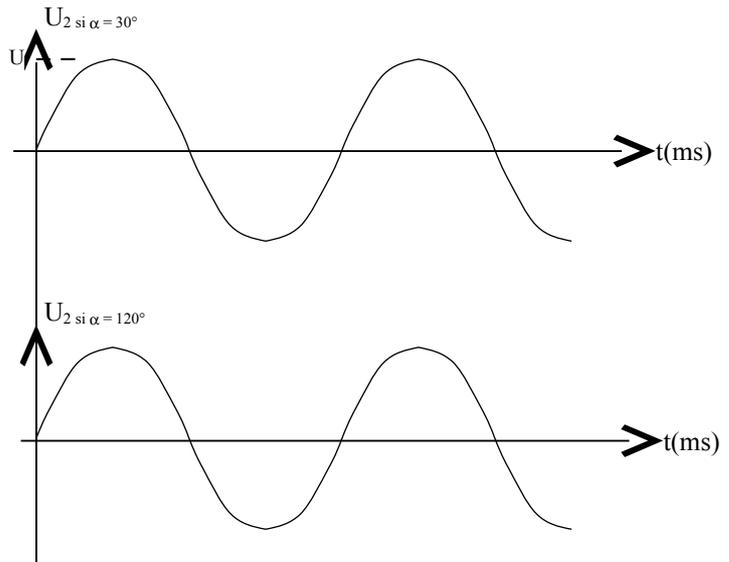
**5) Les montages gradateurs.**

**5-1) Gradateur avec retard d'amorçage.**

Exemple d'un gradateur monophasé (il existe aussi des gradateurs triphasés).



$\alpha$  est le retard d'amorçage du triac.



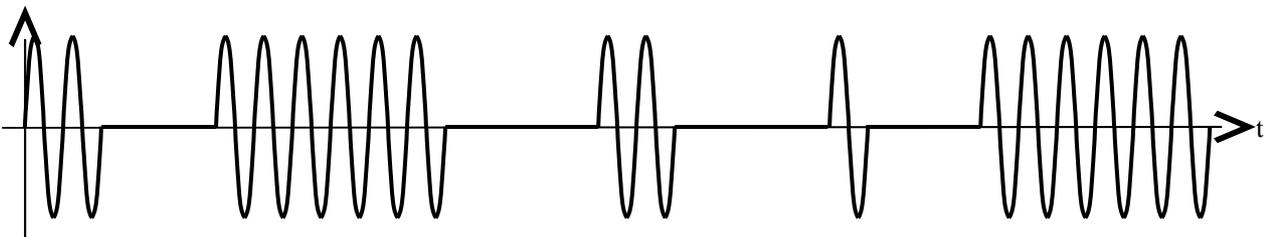
On peut calculer la valeur efficace de  $U_2$  :

$$U_{2\text{eff}} = U_{1\text{eff}} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}} \quad \text{avec } 0 \leq \alpha \leq \pi$$

Exemple : variateur d'intensité pour lampes halogènes (provoque des parasites).

**5-2) Gradateur par train d'ondes.**

Au lieu de « hacher » la tension d'alimentation, on laisse passer ou non des trains d'onde entiers.



Exemple : alimentation des radiateurs électriques (ne provoque pas de parasites).