



**Université Internationale
de Casablanca**

UNIVERSITÉ RECONNUE PAR L'ÉTAT

Les Convertisseurs Alternatif- Continu Les redresseurs

Mme H.DAMMAH

Année universitaire 2018/2019

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

L'énergie électrique est fournie par des réseaux triphasés à la fréquence de 50Hz.

Du point de vue de l'utilisateur, l'énergie est souvent utilisée en continu ou à des fréquences différentes de celle du réseau.



La mise en forme de l'onde électrique afin de l'adapter aux besoins

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

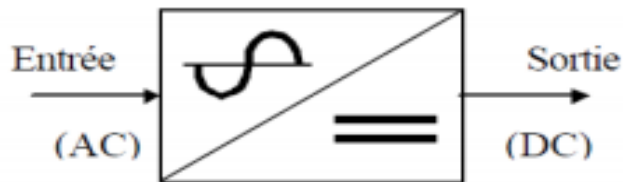
Les performances des composants semiconducteurs de l'électronique de puissance (diodes, thyristors, triacs, transistors) ont permis de réaliser cette fonction,

Ces composants sont à la base des convertisseurs statiques capables de modifier la tension et/ou la fréquence de l'onde électrique

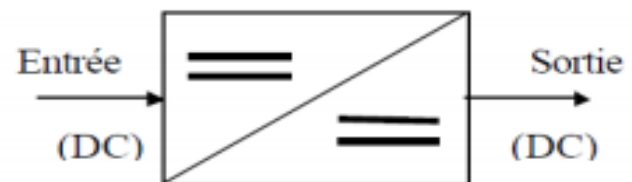
L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

On différencie quatre types de convertisseurs:

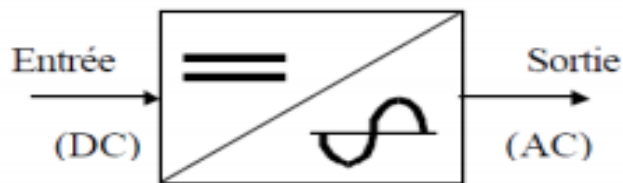
- Converteur Alternatif-Continu : **Redresseur** ;
- Converteur Alternatif-Alternatif : **Gradateur**
- Converteur Continu-Continu : **Hacheur** ;
- Converteur Continu-Alternatif : **Onduleur** ;



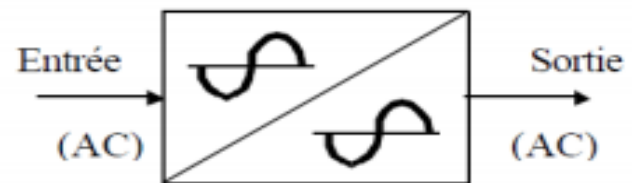
Convertisseur Alternatif (AC) - Continu (DC)



Convertisseur Continu (DC) - Continu (DC)



Convertisseur Continu (DC) - Alternatif (AC)



Convertisseur Alternatif (AC) - Alternatif (AC)

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

Quelques applications des convertisseurs statiques:

- **Redresseurs** : alimentation des moteurs à courant continu, charge des batteries ;
- **Hacheurs** : commande des moteurs à courant continu (vitesse variable) ;
- **Onduleurs** : production de tensions alternatives, alimentation des appareils électriques autonomes, protection contre les surtensions et coupures de réseau (informatique), commande des machines à courant alternatif

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle



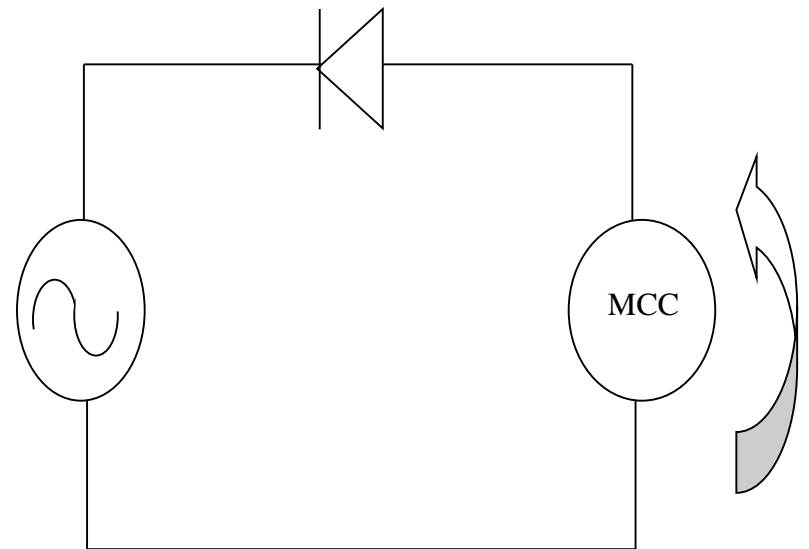
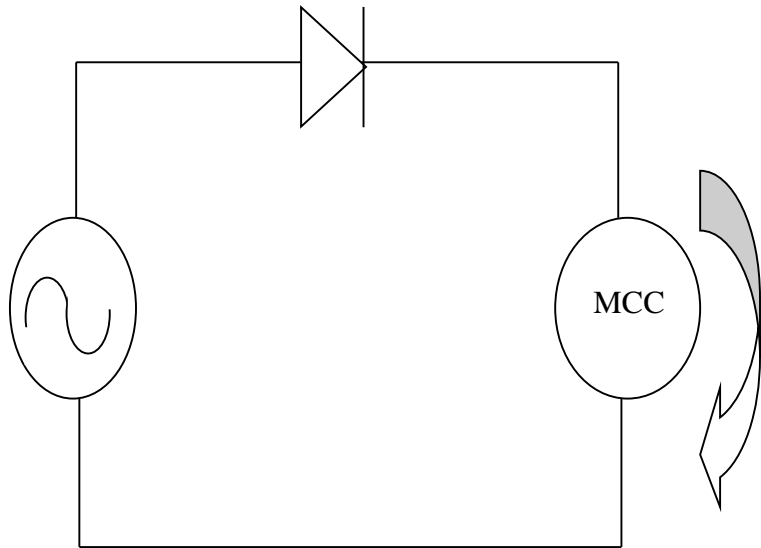
Le courant alternatif **change** de sens régulièrement et rapidement, le MCC va tourner en changeant de sens de rotation.



Le moteur vibre au lieu de tourner

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

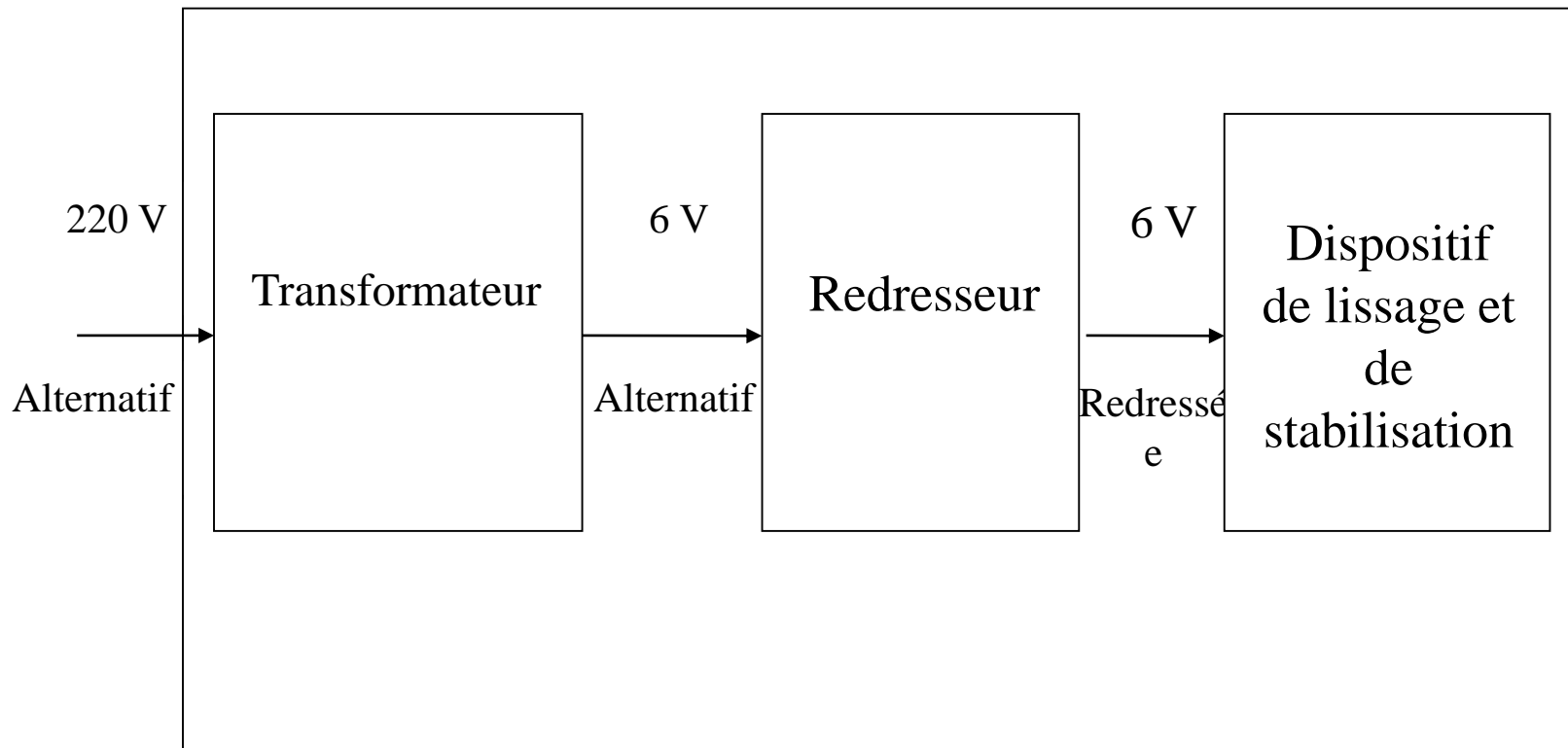
La solution pour remédier à ce problème est de placer une diode en série



L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

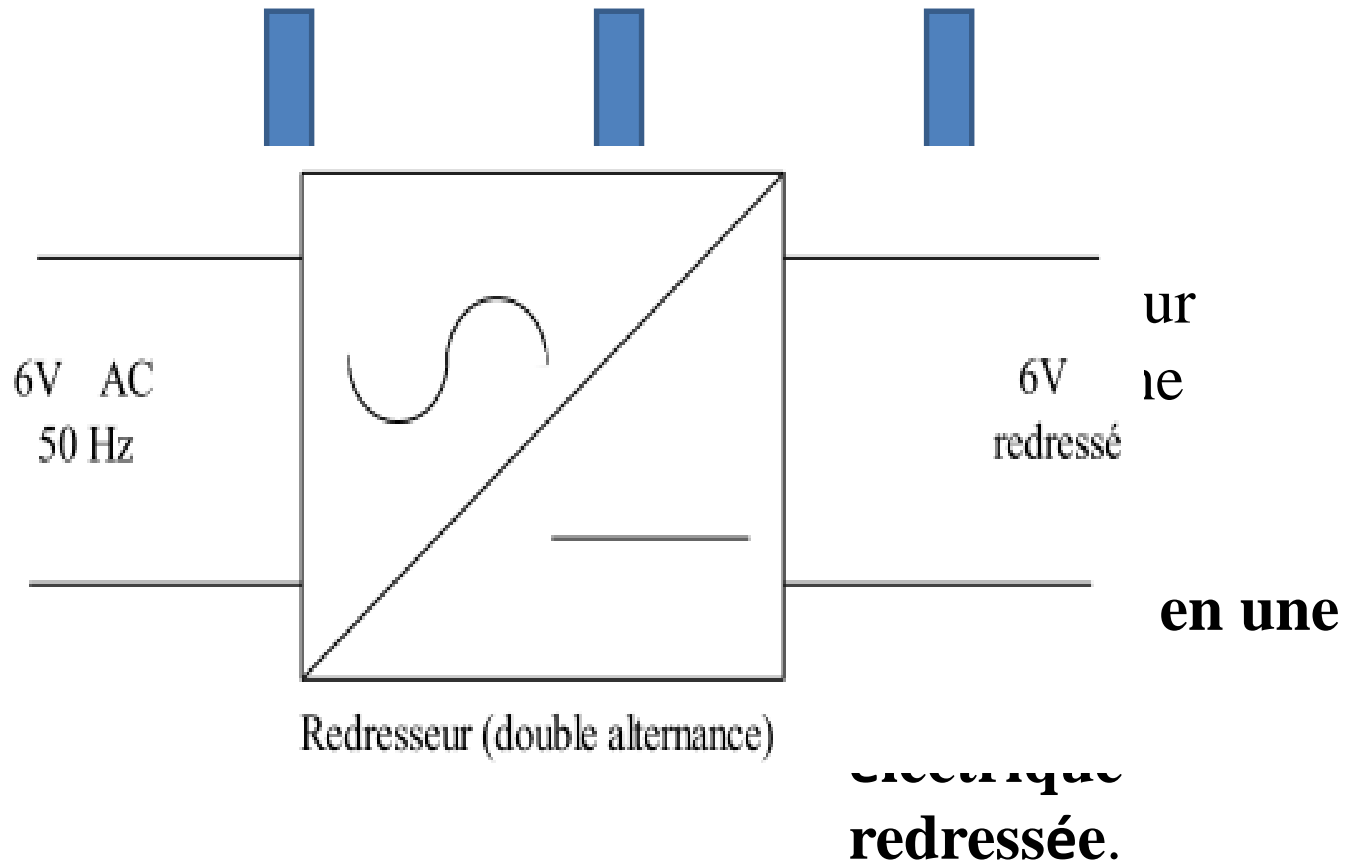
- La diode ne laisse passer le courant que dans un seul sens.
- Le moteur reçoit des impulsions qui le feront tourner toujours dans le même sens.
- Si on change le sens de la diode, le courant n'ira que dans un seul sens, mais le sens opposé à précédemment et le moteur tournera encore, mais dans l'autre sens

L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

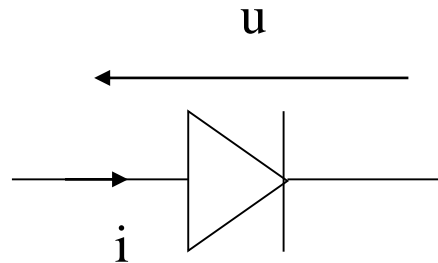


L'intérêt des convertisseurs à commutation naturelle

Un redresseur ou **convertisseur statiques alternatif / continu.**



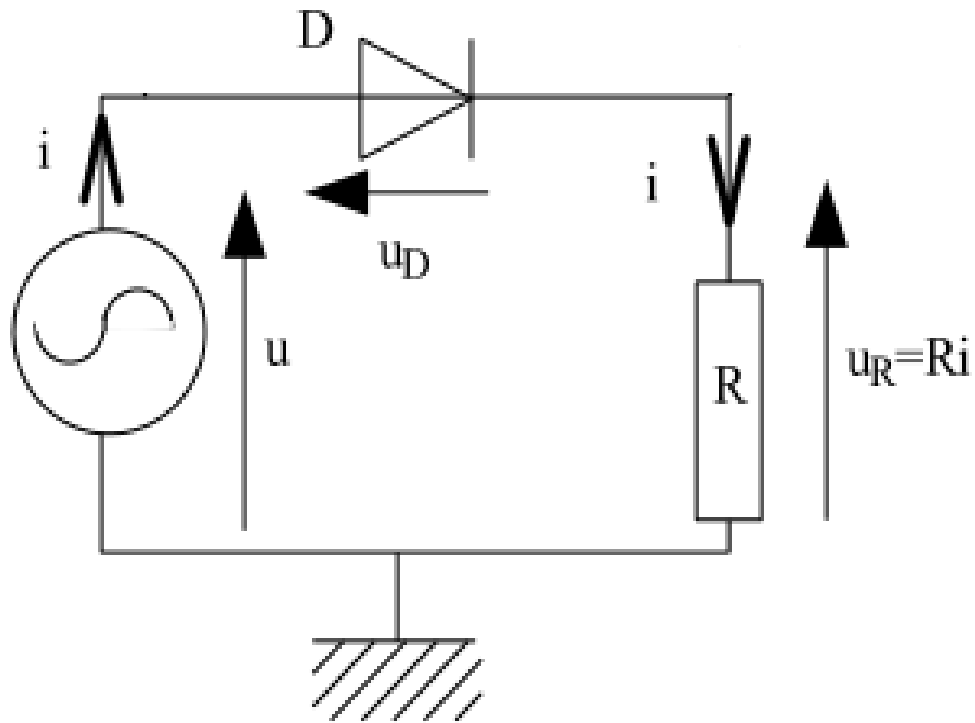
Rappel sur la diode



- Quand la diode est passant (interrupteur fermé)
 $u = 0$ et $i > 0$
- Quand la diode est bloqué (interrupteur ouvert)
 $u < 0$ et $i = 0$

Redresseur non commandé

- Redressement simple alternance



Redresseur non commandé

- Redressement simple alternance

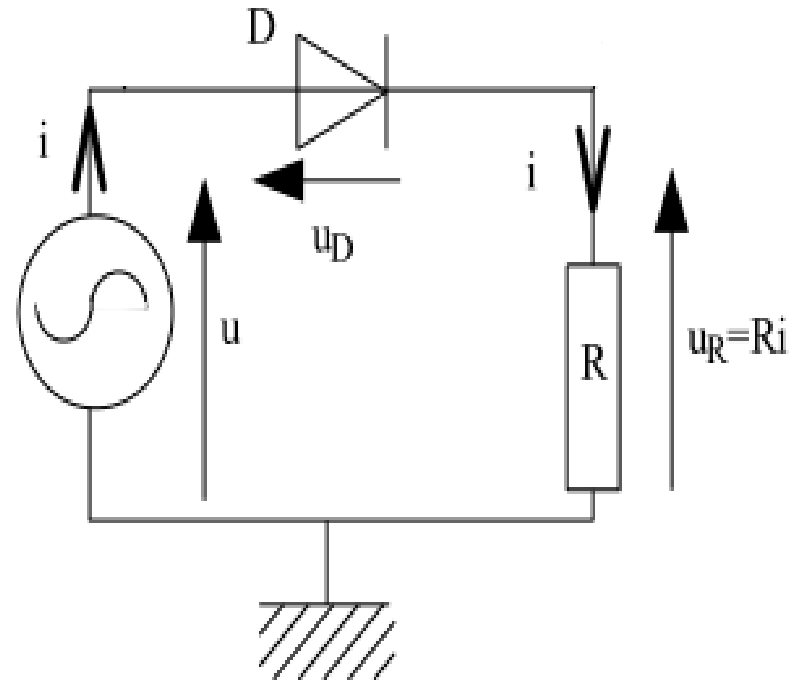
D'après la loi d'ohm

$$u_R = Ri$$

→ Si $u_R = 0$, alors $i = 0$;

→ Si $u_R > 0$ alors $i > 0$, le courant va dans le sens de la flèche de i

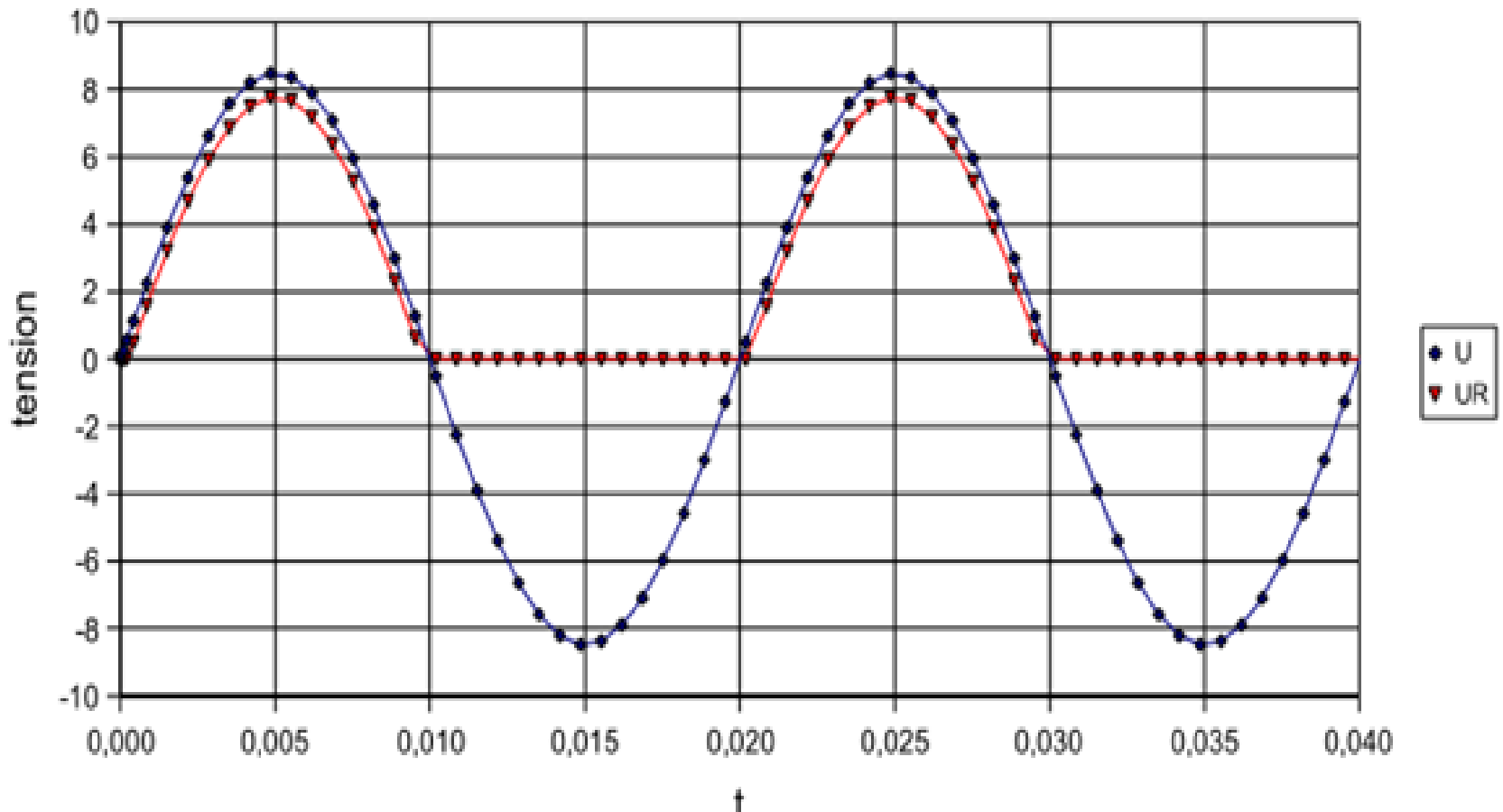
→ Si $u_R < 0$, alors le courant va dans le sens contraire de la flèche de i ,



Redresseur non commandé

- Redressement simple alternance

Chronogramme



Redresseur non commandé

- Redressement simple alternance

Alternance positive de u : $u > 0$

– $u_R \approx u$

– $u_R = Ri$ donc $i > 0 \rightarrow$ le courant circule dans le sens de i

– D'après la loi des mailles, on a $u = u_R + u_D$, et comme $u_R \approx u$, on a $u_D \approx 0$, la diode se comporte comme un fil ou un interrupteur fermé.

Redresseur non commandé

- Redressement simple alternance

Alternance négative de u : $u < 0$

- $u_R = 0$

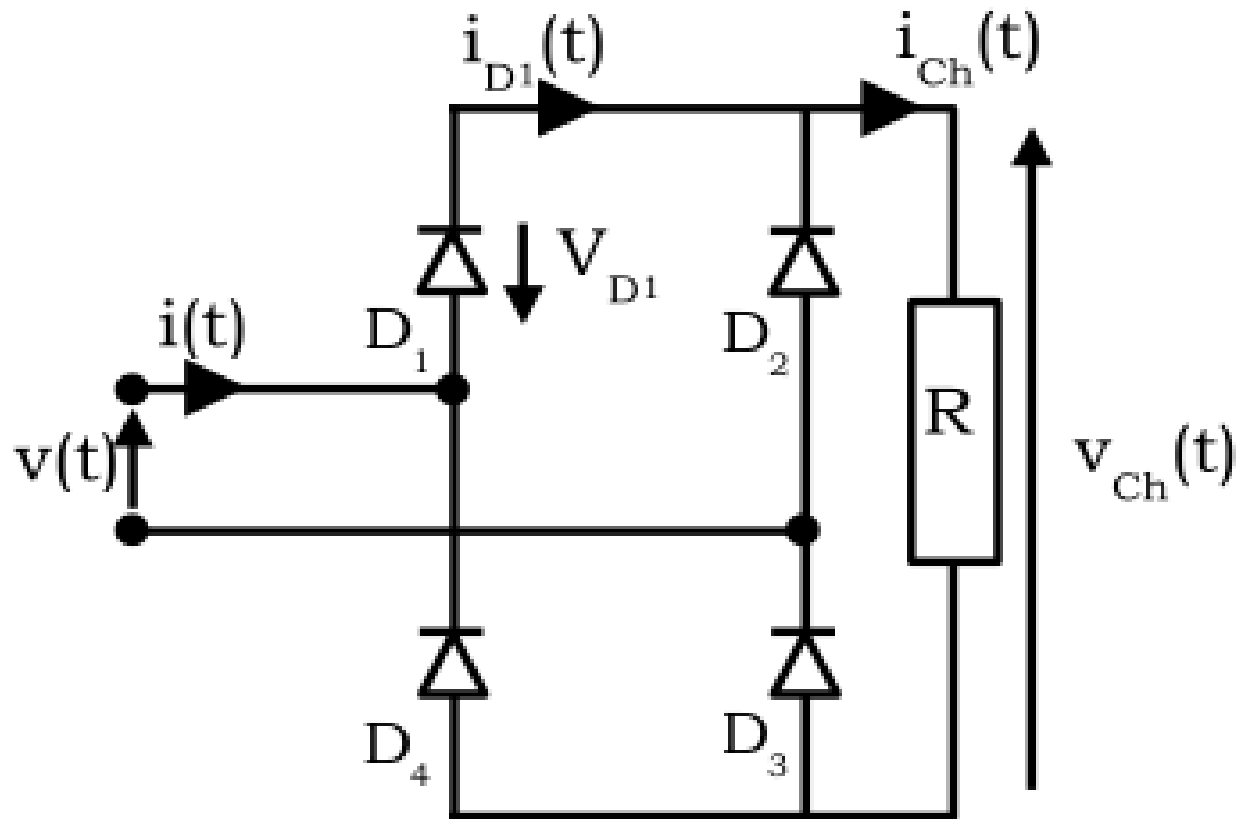
- $u_R = Ri=0$ donc $i = 0 \rightarrow$ le courant ne circule pas

- le courant s'annule. On dit que la diode est bloquée

- d'après la loi des mailles, on a $u = u_R + u_D$, et comme $u_R = 0$, on a $u_D = u$, la diode se comporte comme un interrupteur ouvert

Redresseur non commandé

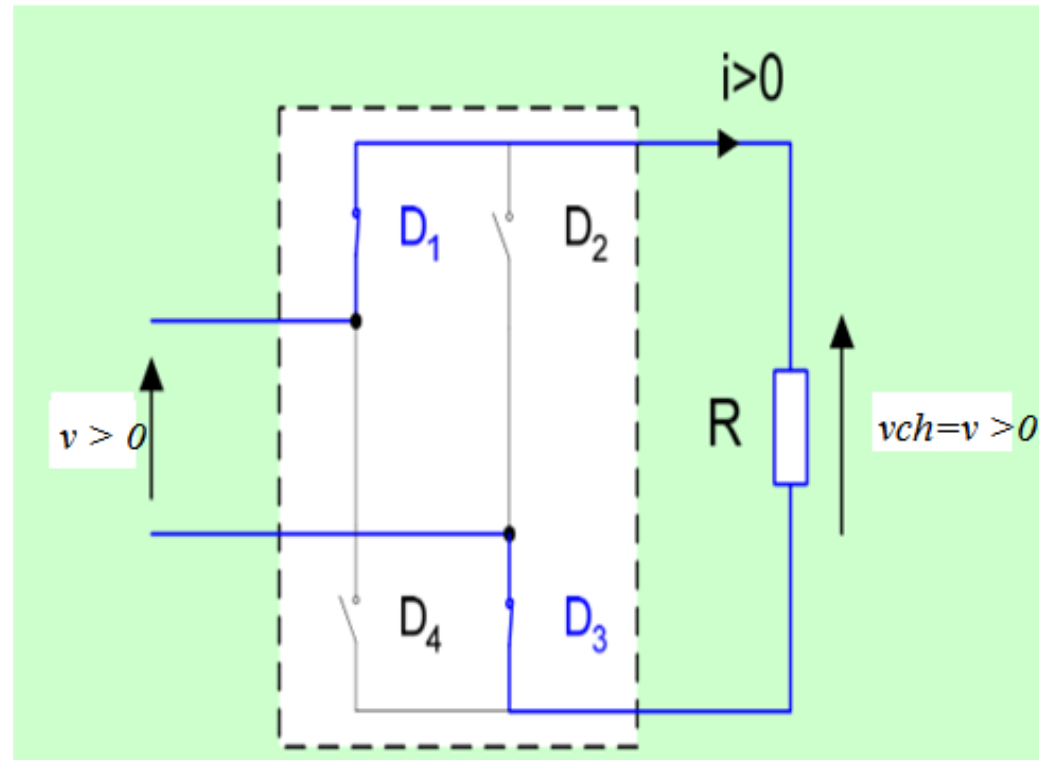
- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- D_1 : "ON",
- D_3 : "ON",
- D_2 : "OFF",
- D_4 : "OFF".



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

– Si nous considérons que le signal d'entrée s'écrit sous la forme

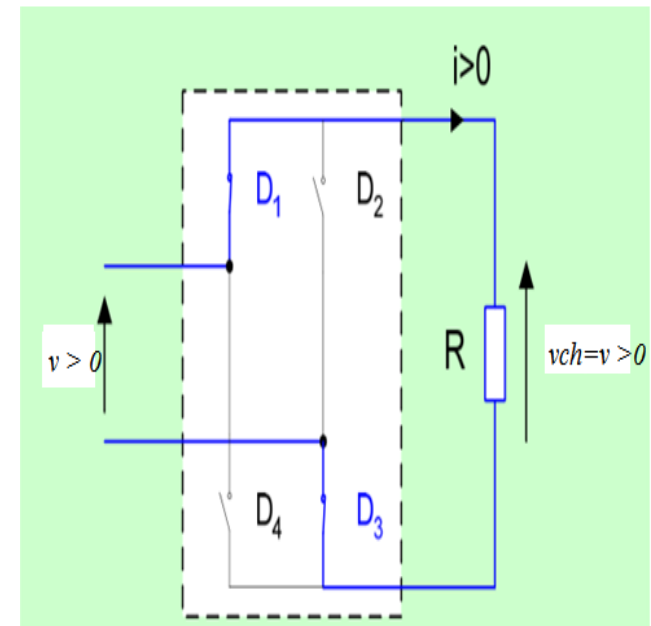
$$v(t) = \sqrt{2}V_{eff} \sin(\omega t)$$

$$v(t) = v_{D1}(t) + v_{D3}(t) + v_{ch}(t)$$

– Si nous considérons les diodes D_1 et D_3 parfaites

$$v_{ch}(t) = v(t)$$

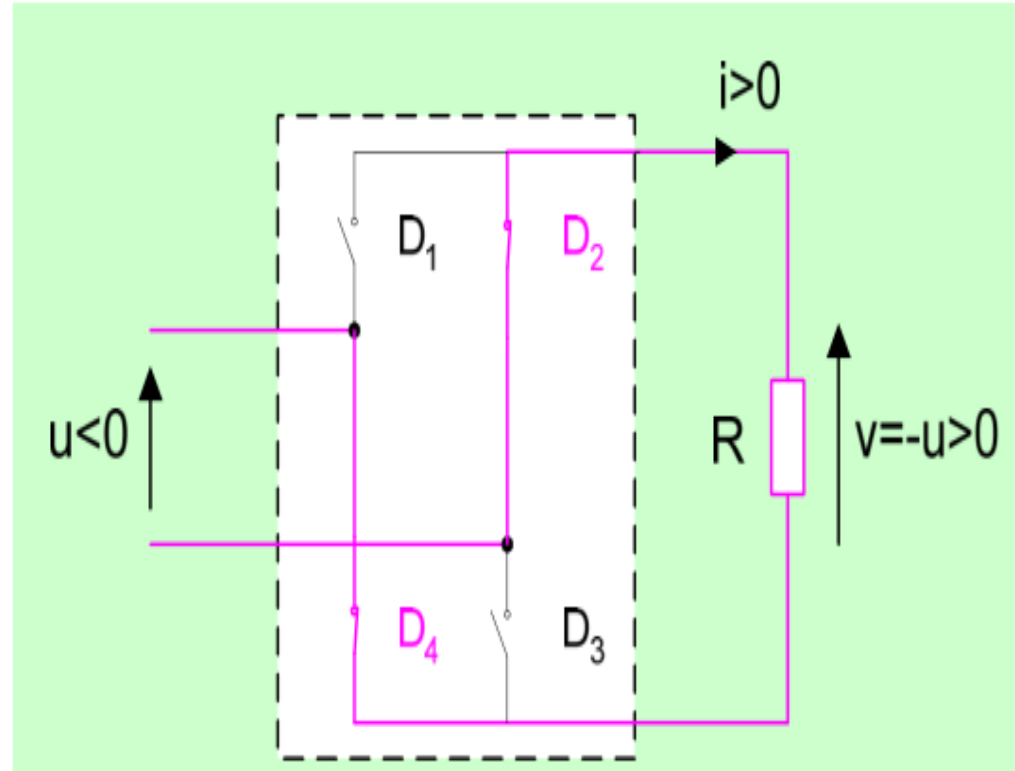
$$i_{ch}(t) = \frac{v_{ch}(t)}{R} = \frac{v(t)}{R} = i_{D1}(t) = i(t)$$



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- D_1 "OFF",
- D_3 "OFF",
- D_2 "ON",
- D_4 "ON".



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- Si nous considérons que le signal d'entrée s'écrit sous la forme

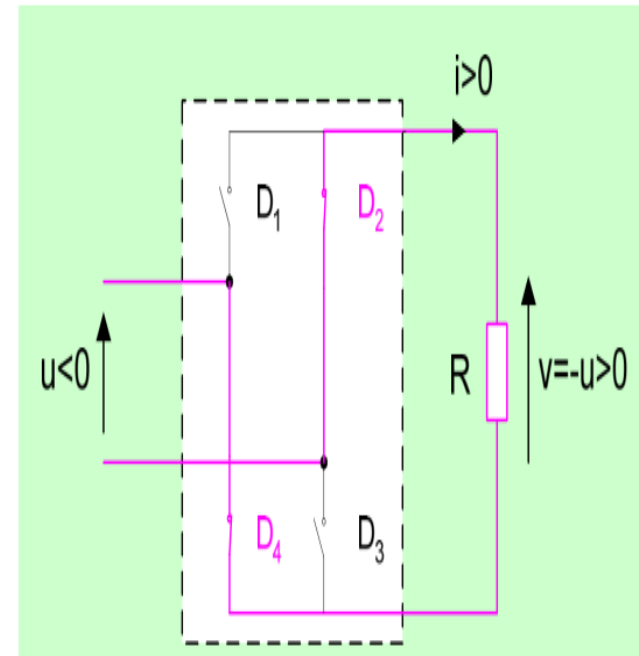
$$v(t) = \sqrt{2}V_{eff} \sin(\omega t)$$

$$v(t) = - (v_{D2}(t) + v_{D4}(t) + v_{ch}(t))$$

- Si nous considérons les diodes D_2 et D_4 parfaites

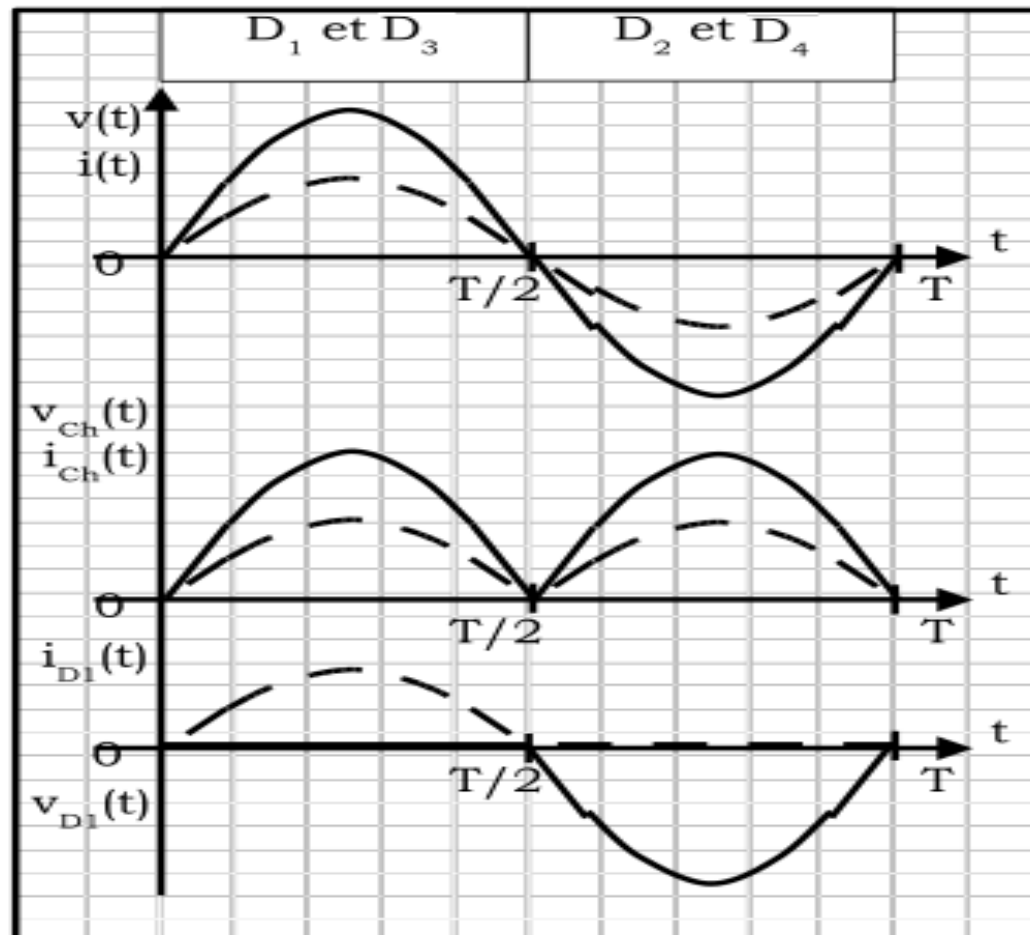
$$v_{ch}(t) = -v(t)$$

$$i_{ch}(t) = \frac{v_{ch}(t)}{R} = \frac{-v(t)}{R} = i_{D1}(t) = -i(t)$$



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- Calcul des tensions :

$$V_{CH\ moy} = \frac{2}{\pi} \sqrt{2} V_{eff}$$

$$V_{CH\ eff} = V_{eff}$$

$$V_{D\ inv\ max} = \sqrt{2} V_{eff}$$

- Calcul des courants :

$$I_{CH\ moy} = \frac{V_{CH\ moy}}{R} = \frac{2}{\pi} \sqrt{2} \frac{V_{eff}}{R}$$

$$I_{D1\ moy} = \frac{I_{CH\ moy}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{V_{eff}}{R}$$

$$I_{D1\ eff} = \frac{I_{CH\ moy}}{2} = \frac{V_{eff}}{\sqrt{2}R}$$

- Puissance absorbée par la charge :

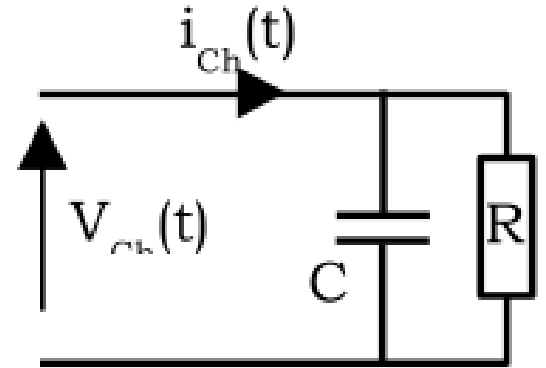
$$P = R I_{CH\ eff}^2 = \frac{V_{CH\ eff}^2}{R}$$

Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- Filtrage capacitif

Diminuer l'ondulation de la tension $v_{ch}(t)$.



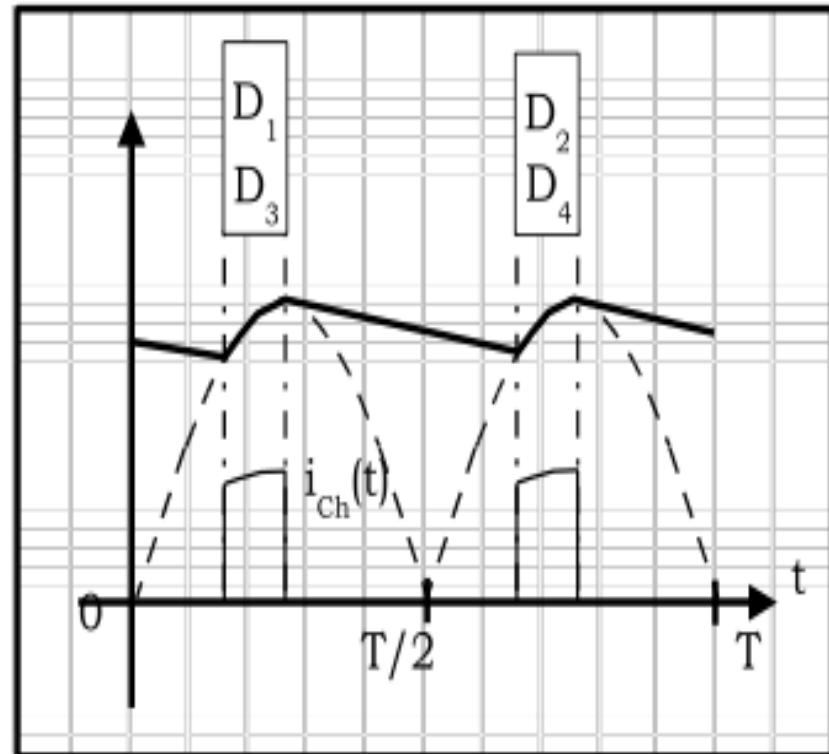
La présence du condensateur peut permettre de stocker de l'énergie venant de la charge (MCC par exemple).

Il faut surveiller la tension aux bornes du condensateur pour ne pas dépasser sa valeur limite.

Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz
 - Filtrage capacitif

$$\Delta U_R = \frac{U_{Rmoy}}{2f \times RC} = \frac{I_{max}}{100 \times C}$$



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz
 - Filtrage capacitif

Ce fonctionnement apporte quelques inconvénients :

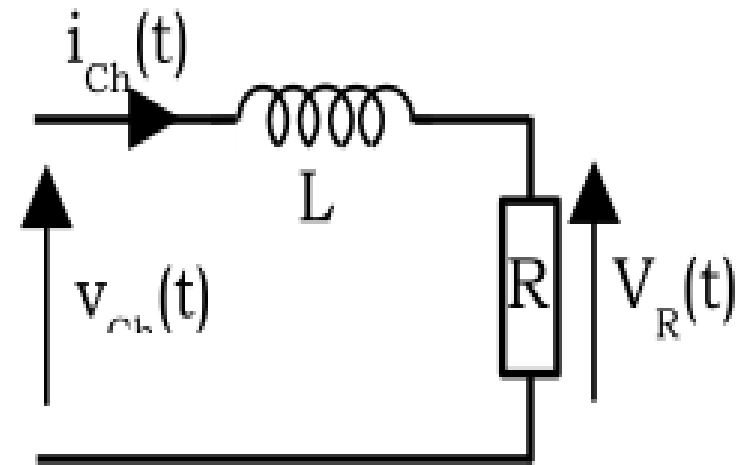
- Pointes de courant (fort di/dt) donc des perturbations sur le réseau (harmoniques de courant), rayonnement électromagnétique,
- Mauvaises conditions de fonctionnement des diodes,
Pour ces raisons, ce montage n'est à utiliser que pour des équipements de faibles puissances.

Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

□ Filtrage inductif

Contrairement au cas de la résistance seule, au moment de la commutation entre D_1 et D_4 , à $t = T/2$, le courant n'est pas nul.

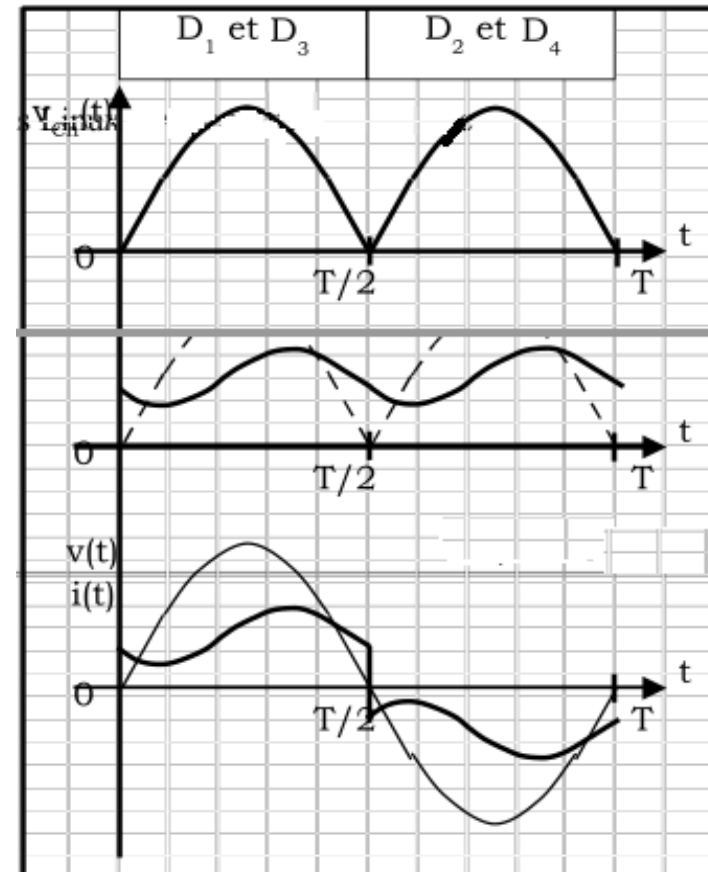


Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- Filtrage inductif

Pour $t = T/2$, la tension $v_{D4}(t)$ tend à devenir supérieure à 0V. Ainsi rien n'empêche cette diode de devenir passante. La diode D_1 est, au même moment, toujours passante puisque le courant ne s'est pas annulé.

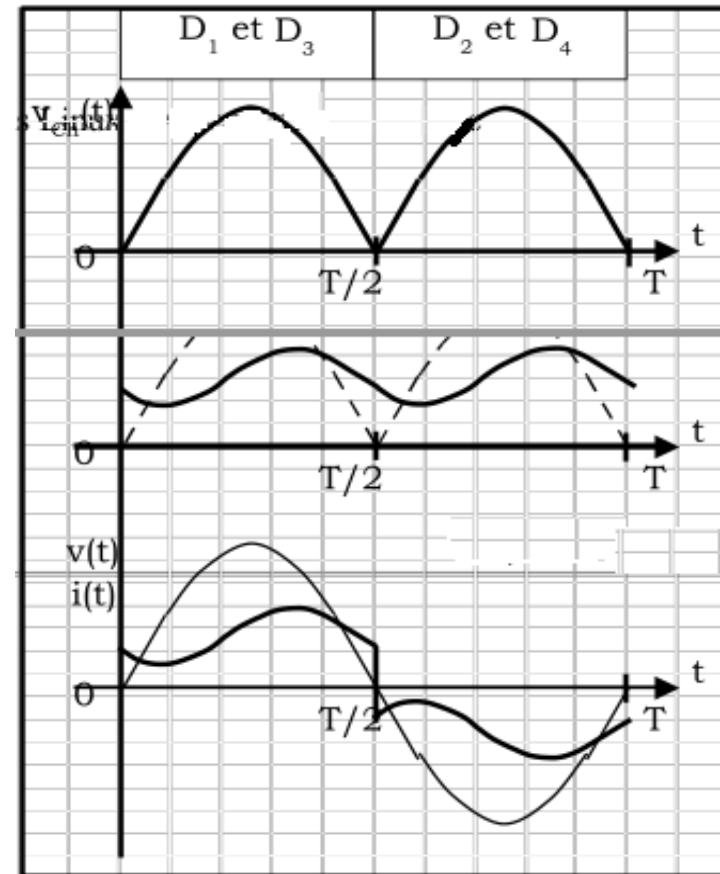


Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

- Filtrage inductif

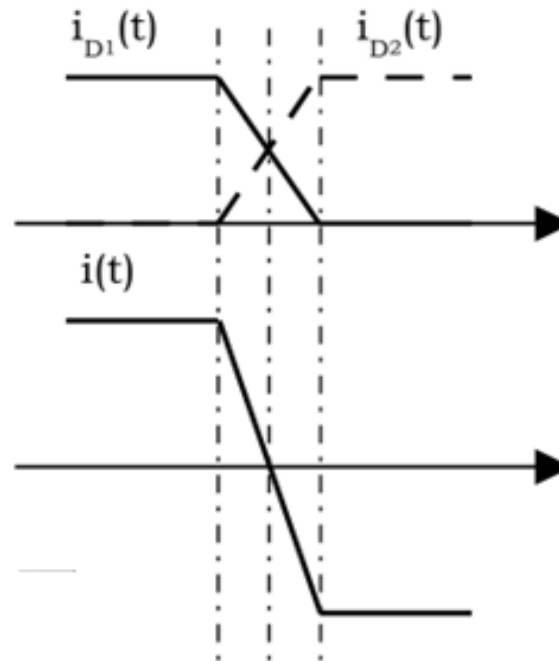
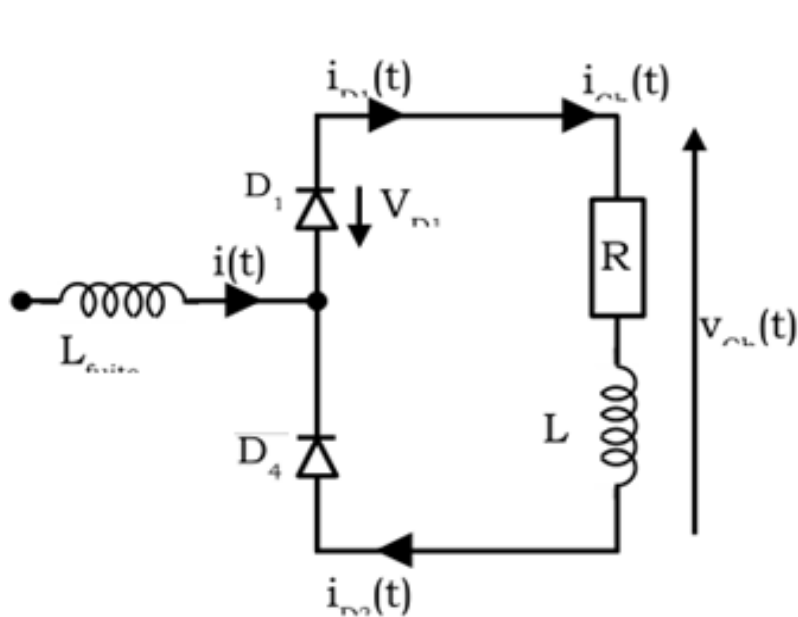
Le courant du réseau, $i(t)$, ne peut pas instantanément passer de sa valeur positive à sa valeur négative. La pente de ce courant est liée aux inductances de fuite du transformateur placé en amont et aux inductances du réseau. Sur la figure, ces inductances sont symbolisées par L fuite (inductance totale ramenée au secondaire).



Redresseur non commandé

- Redressement double alternance ou Pont de Graëtz

□ Filtrage inductif



Ce phénomène (D_1 et D_4 "ON") est appelé empiètement

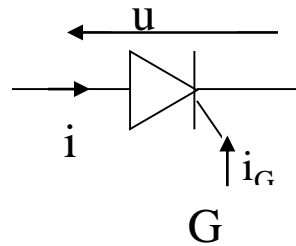
Redresseur commandé

- Les redresseurs commandés sont des convertisseurs statiques alternatifs continus permettant d'obtenir des tensions (ou courant) de valeur moyenne réglable.

Redresseur commandé

- Le thyristor

C'est un interrupteur électronique unidirectionnel commandé.



G: gâchette

Le courant de gâchette i_G sert uniquement à la commande du thyristor. Il est envoyé sous forme d'impulsion.

Redresseur commandé

□ Le thyristor

- Lorsque la tension u_{AK} est positive, le thyristor est dit sous tension directe.
- Afin de l'amorcer, il est nécessaire que l'intensité du courant $i=i_L$,
- i_L est la tension d'accrochage

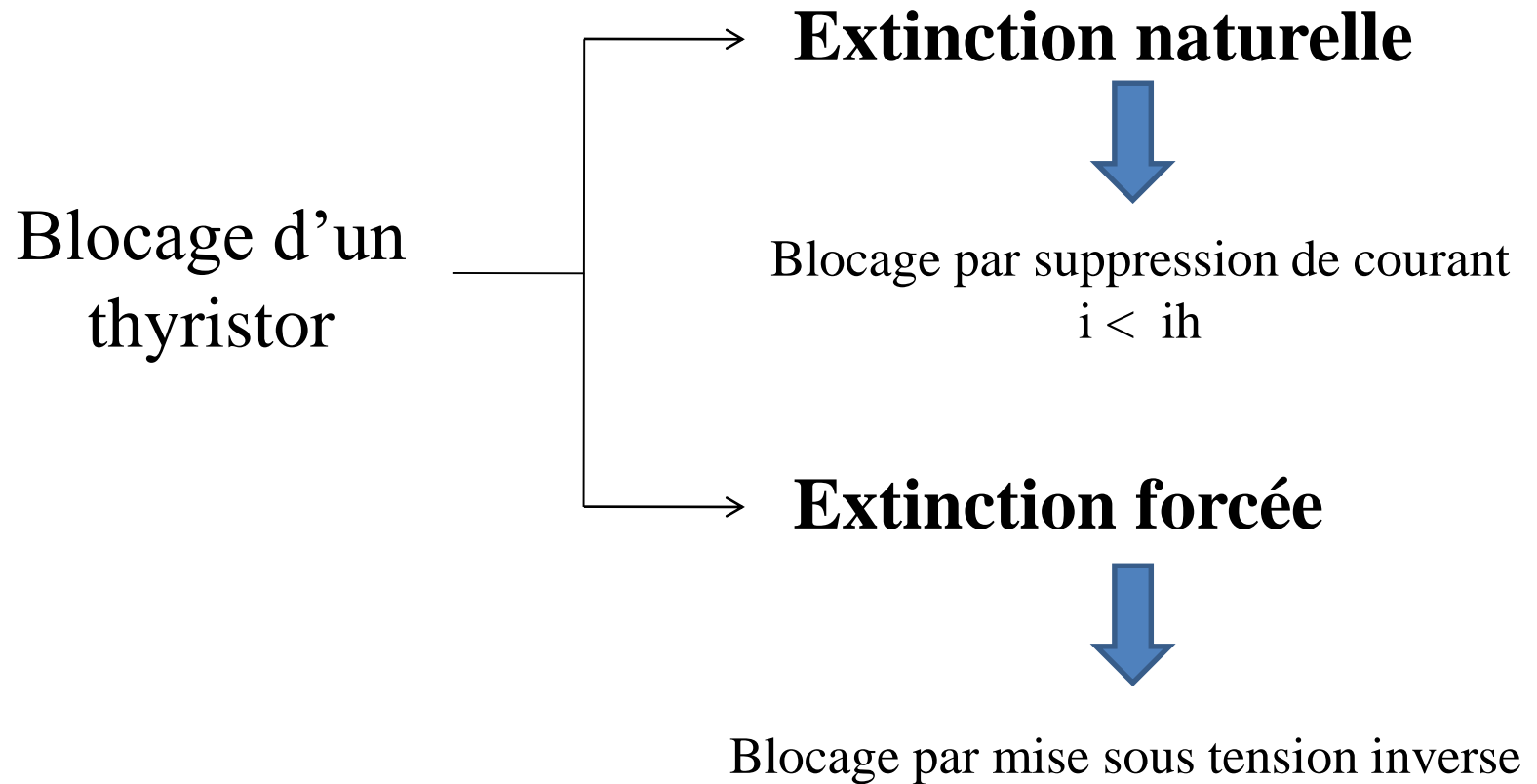
Redresseur commandé

- Le courant de gâchette i_G doit être suffisamment intense, pour que ce dernier **s'amorce** sous tension directe.
- Dès qu'un thyristor conduit, il se comporte comme une diode. Le courant de gâchette n'a plus aucune action sur lui.

Redresseur commandé

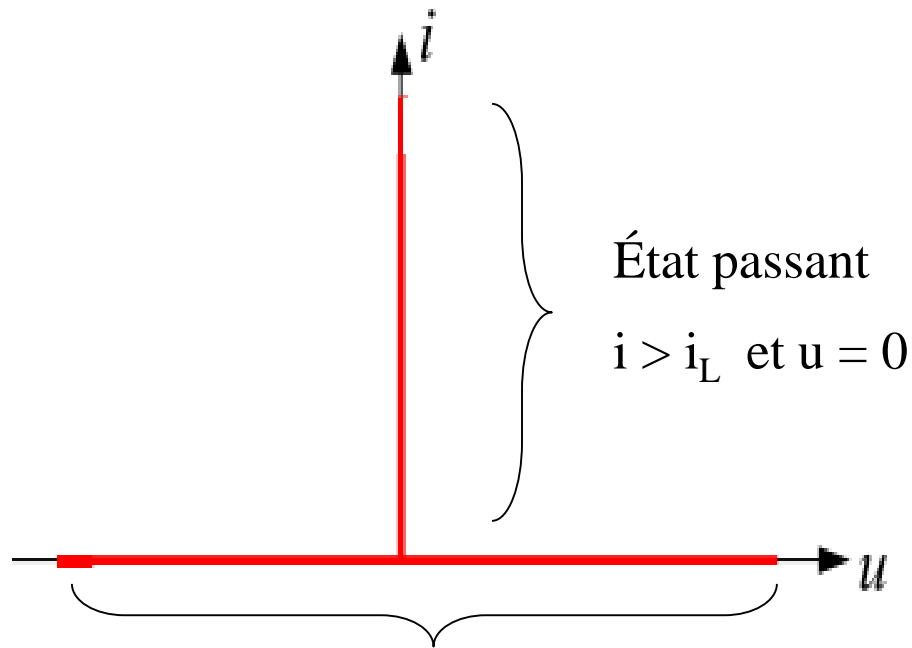
- Le thyristor reste amorcé tant que le courant i reste supérieur à la valeur de maintien i_H donnée par le constructeur (légèrement inférieur à i_L).
- Une fois le thyristor amorcé, et $i > i_H$, on peut supprimer le courant de gâchette, le thyristor reste passant.

Redresseur commandé



Redresseur commandé

Modèle d'un thyristor parfait



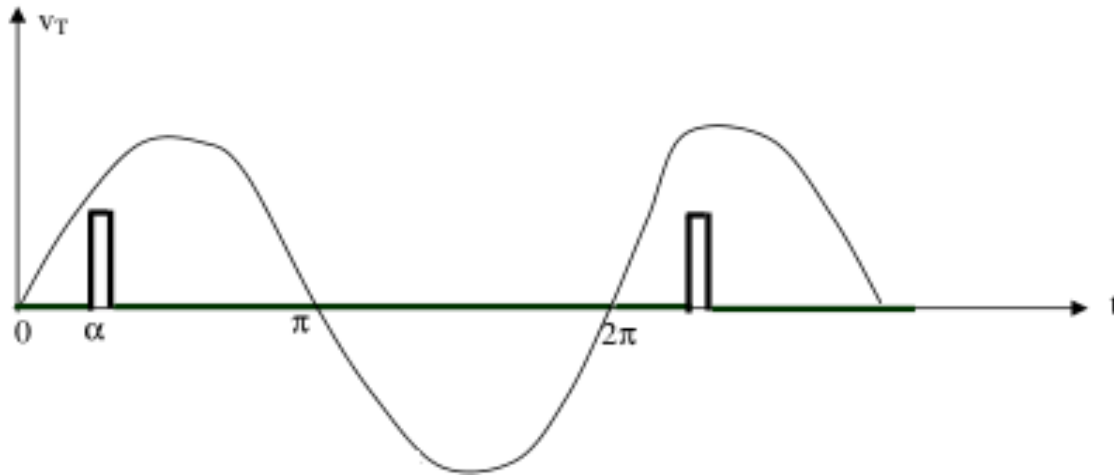
Etat bloqué:

$$u > 0 \text{ ou } u < 0$$

$$i_G = 0 \text{ et } i = 0$$

Redresseur commandé

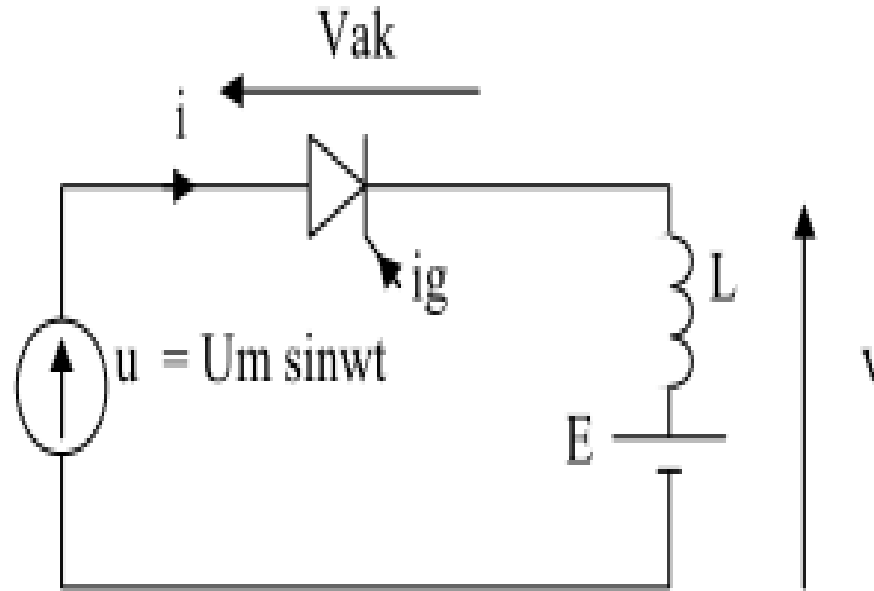
Retard à l'amorçage



α est l'angle de retard à l'amorçage réglable entre 0 et π .

Redresseur commandé

Redressement commandé mono-alternance.



Redresseur commandé

Redressement commandé mono-alternance.

$$u = v_{AK} + v$$

$$v = E + L \frac{di}{dt}$$

L'amorçage ne peut se produire que si

$$v_{AK} > 0$$

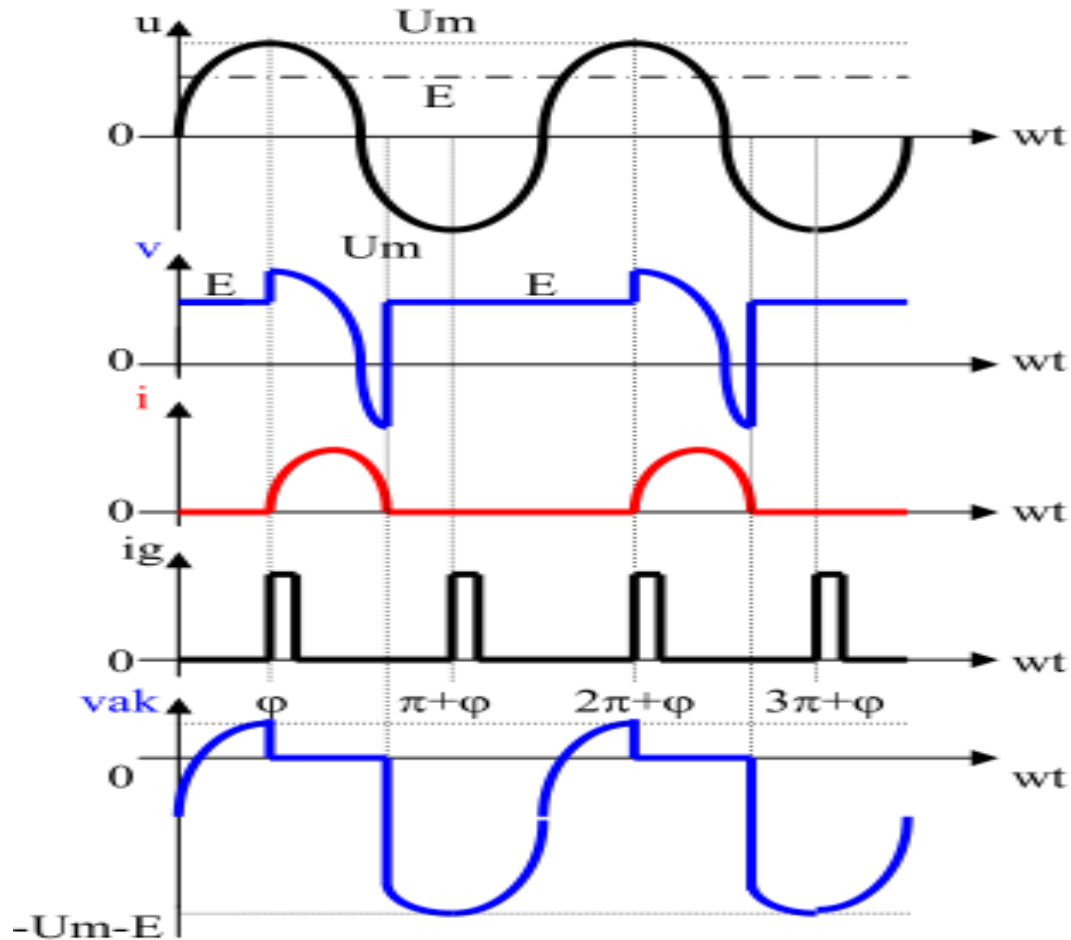
$$v_{AK} > 0 \quad \text{et} \quad i_g = 10mA$$

Le thyristor s'amorce

$$U_m \sin(\omega t) = E + L \frac{di}{dt}$$

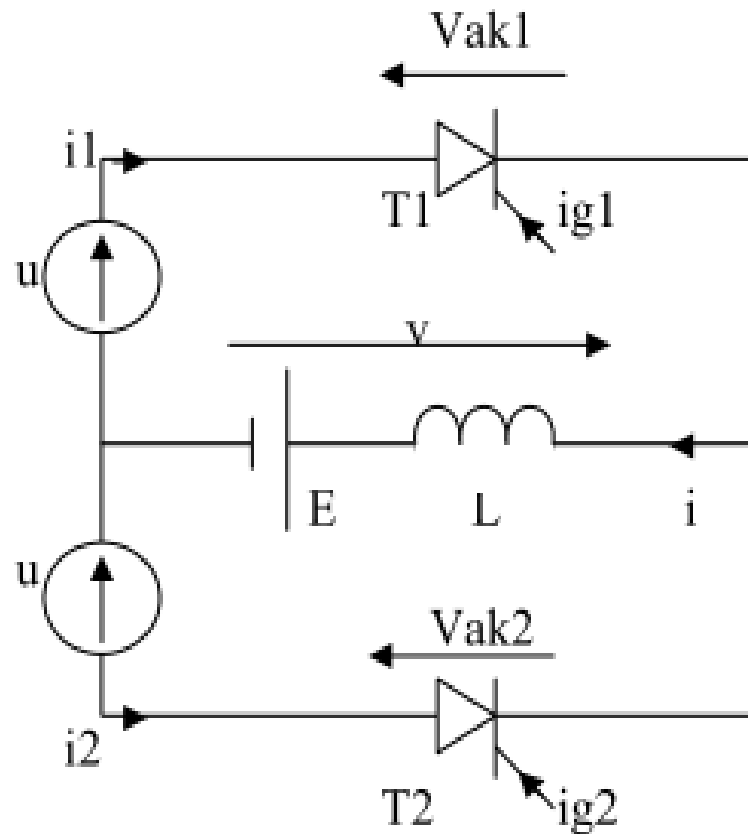
Redresseur commandé

Redressement commandé mono-alternance.



Redresseur commandé

Redresseur commandé à deux sources



Redresseur commandé

Redresseur commandé à deux sources

$$2u = v_{AK1} - v_{AK2}$$

$$u = v_{AK1} + v$$

$$u = -v_{AK2} - v$$

$$i = i_1 + i_2$$

$$v = E + L \frac{di}{dt}$$

Redresseur commandé

Redresseur commandé à deux sources

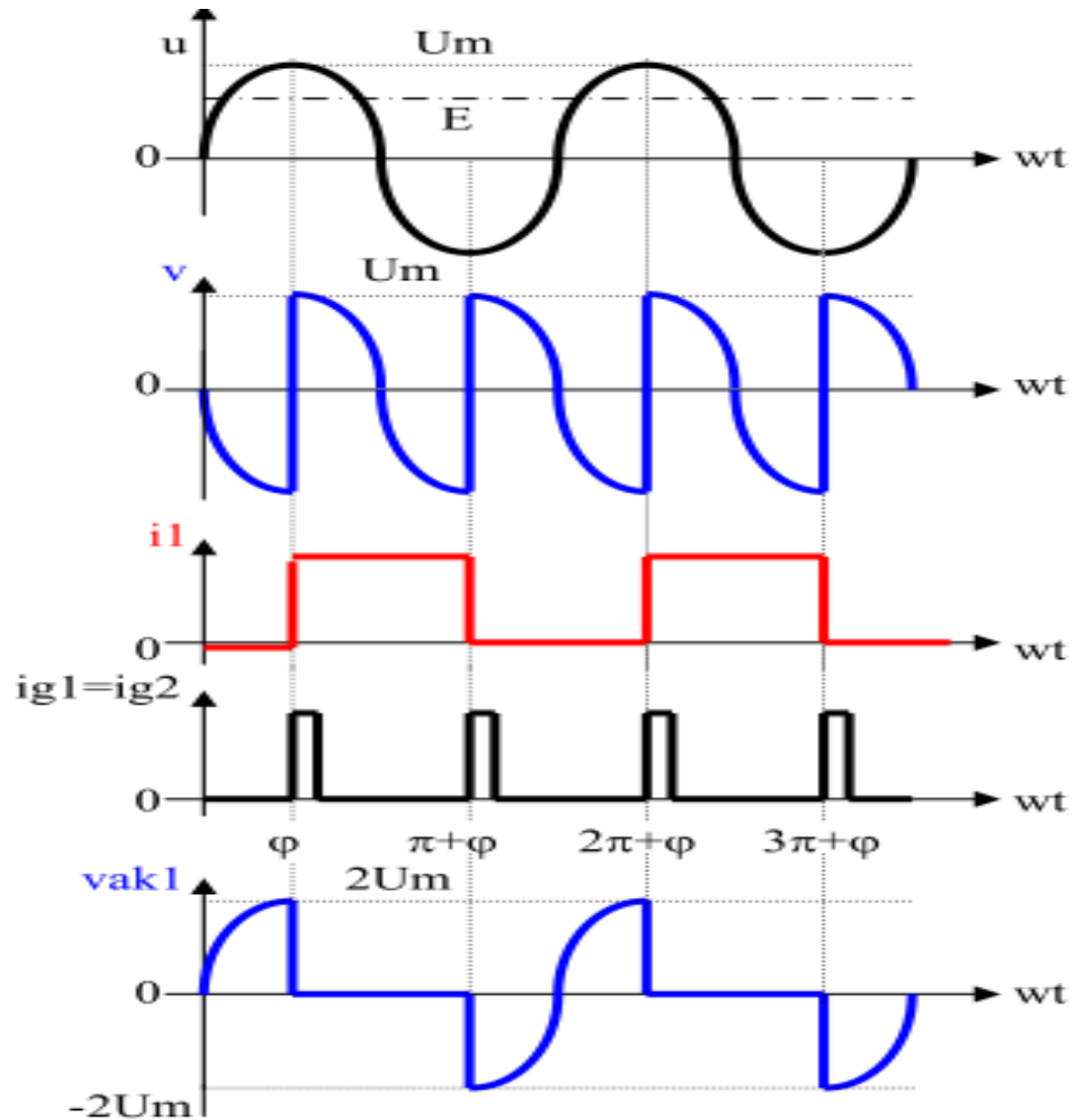
$\omega t = 0$ T2 conducteur $v = -u$ $i_2 = I_0$ $v_{AK1} = 2u$

$\omega t = \varphi$ $v_{AK1} > 0$ une impulsion sur sa gâchette T1 s'amorce. Alors T1 et T2 conduisent simultanément et court-circuitent les sources u . Mais le courant de court-circuit tend à bloquer T2.

$\varphi \dot{a} (\pi + \varphi)$ T1 est conducteur et T2 est bloqué. Donc $v = -u$, $i_1 = I_0$, $i_2 = 0$,
 $v_{AK1} = 0$, $v_{AK2} = -2u$.

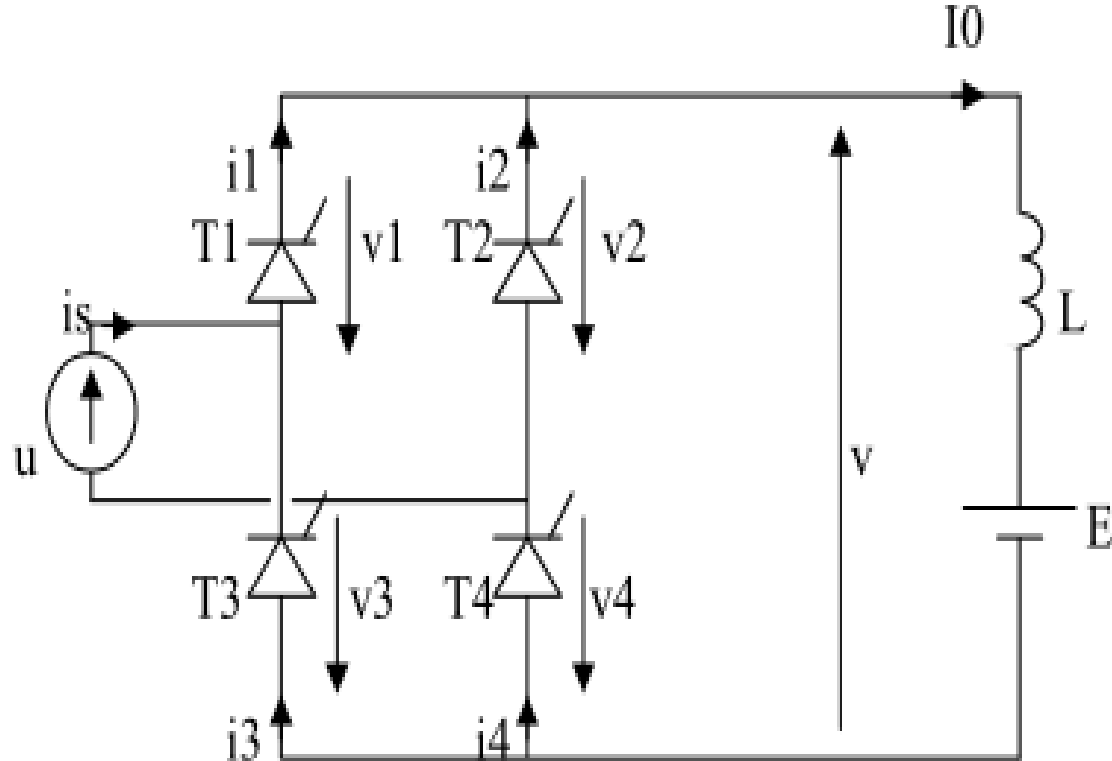
$\omega t = (\pi + \varphi)$ Avec une impulsion sur sa gâchette T2 s'amorce. Alors T1 et T2 conduisent simultanément et court-circuitent les sources u . Mais le courant de court-circuit tend à bloquer T1.

Redresseur commandé



Redresseur commandé

Redresseur commandé en pont de Graëtz tout thyristor.



Redresseur commandé

Redresseur commandé en pont de Graëtz tout thyristor.

$$I_s = i_1 - i_3 = i_4 - i_2$$

$$u = v_1 - v_2 = v_4 - v_3$$

$$v = -v_1 - v_3 = -v_2 - v_4$$

$$i = i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

$$v = E + L \frac{di}{dt}$$

Redresseur commandé

Redresseur commandé en pont de Graëtz tout thyristor.

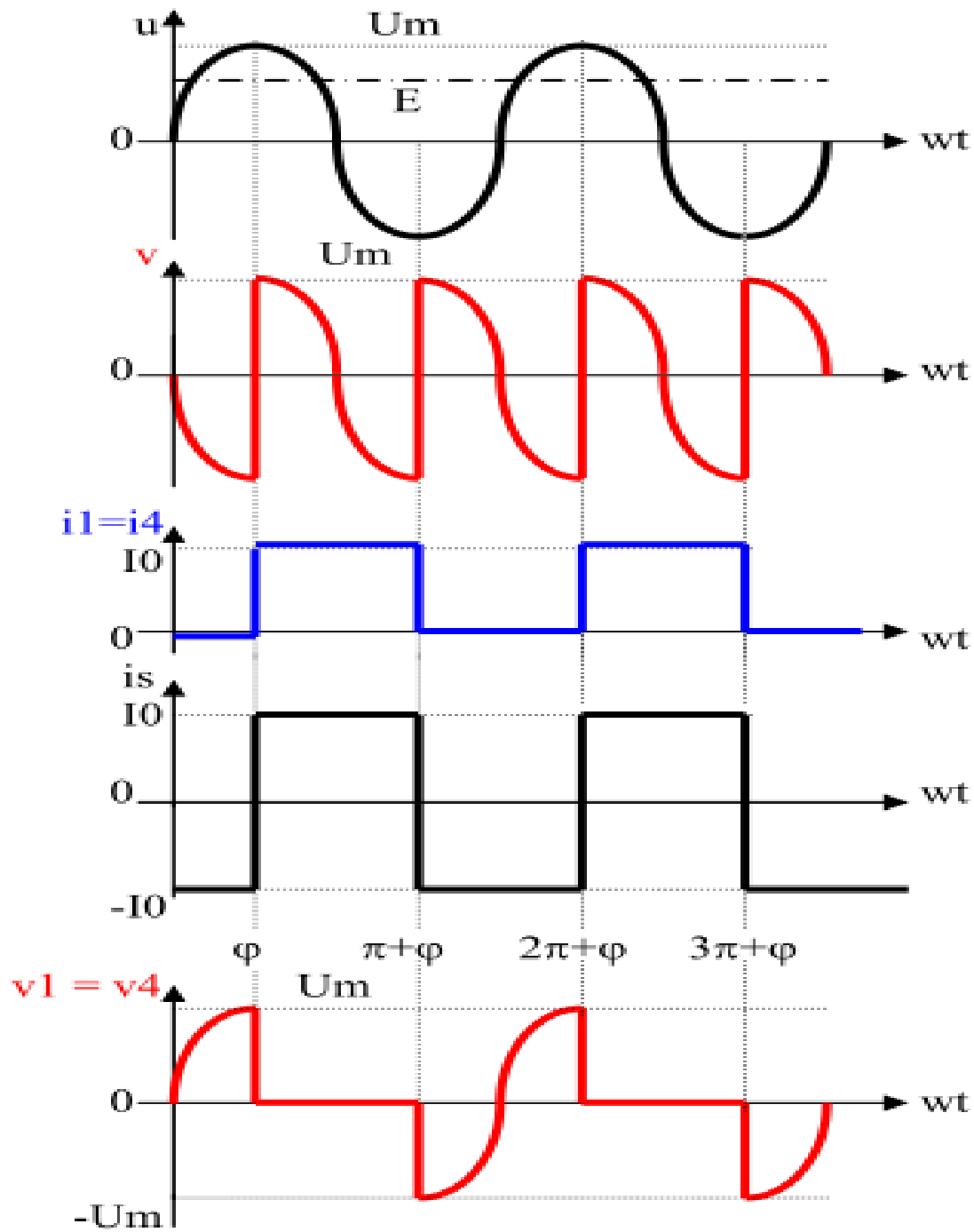
$\omega t = 0$ T2 et T3 conducteurs. Alors $v = -u$, $i_2 = i_3 = I_0$, $v_2 = v_3 = 0$, $v_1 = v_4 = u$

$\omega t = \varphi$, v_1 et $v_4 > 0$

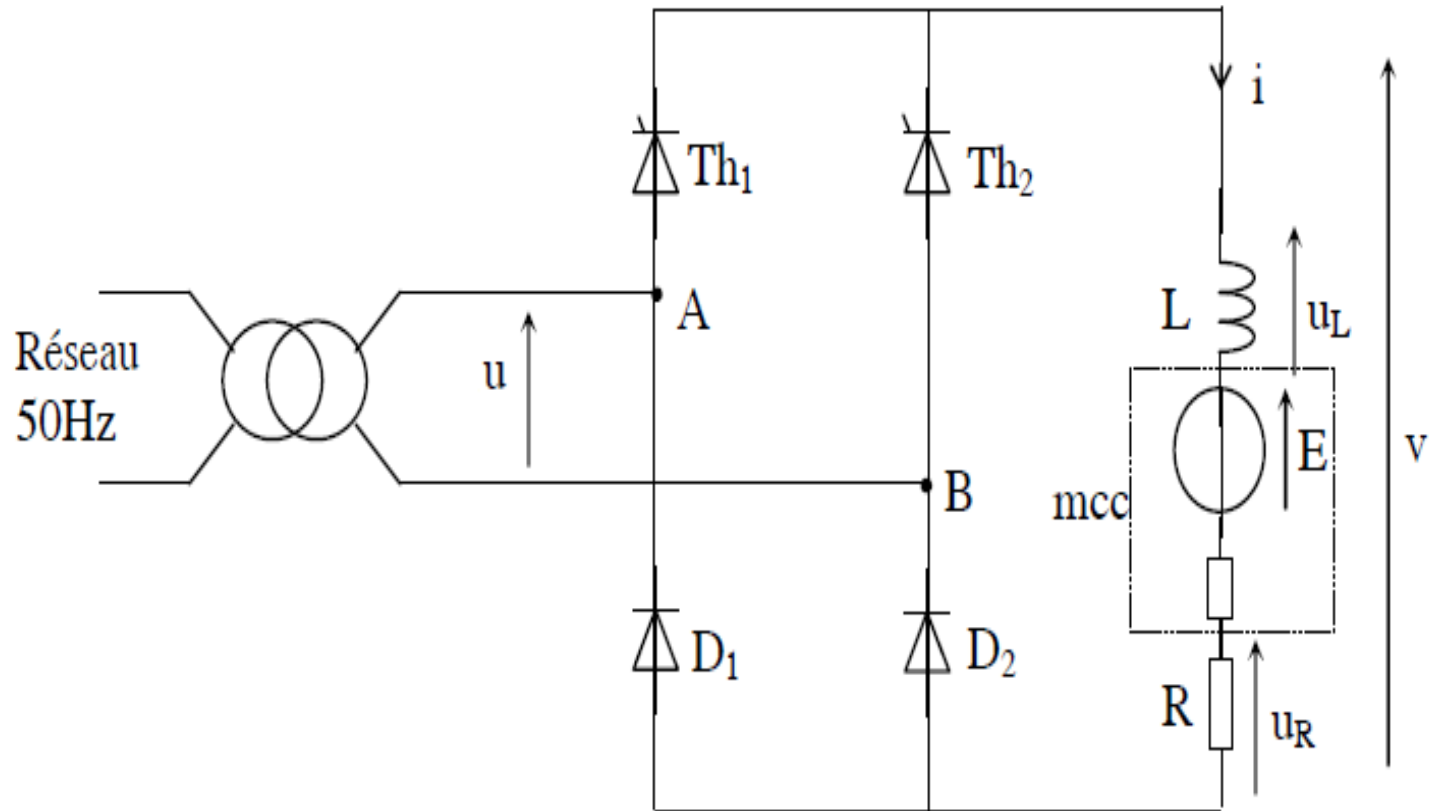
avec une impulsion sur leur gâchette T1 et T4 s'amorcent. Alors T1, T4 et T2, T3 conduisent simultanément et court-circuitent la source u . Mais le courant de court-circuit tend à bloquer T2 et T3.

φ à $(\pi + \varphi)$

T1 T4 sont conducteurs et T2 T3 sont bloqués. Donc $v = u$, $i_1 = i_4 = I_0$, $i_2 = 0$, $i_3 = 0$, $v_1 = v_4 = 0$, $v_2 = v_3 = -u$.



Redresseur commandé en pont mixte



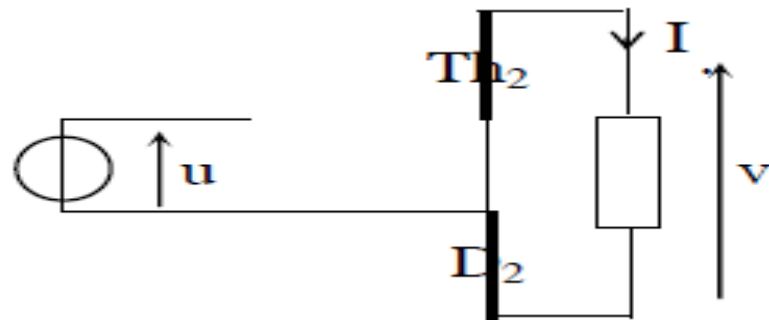
Redresseur commandé en pont mixte

- *Fonctionnement :*

1. $[0 \text{ à } \pi]$: $v > 0 ; i > 0$.

De $[0, \alpha]$: La diode D2 est passante quand $v > 0$ (car $v_A > v_B$)

Le thyristor Th2 reste passant car Th1, susceptible de conduire, n'est pas amorcé. D'où $u = 0$ $i_s = 0$. Phase de roue libre.

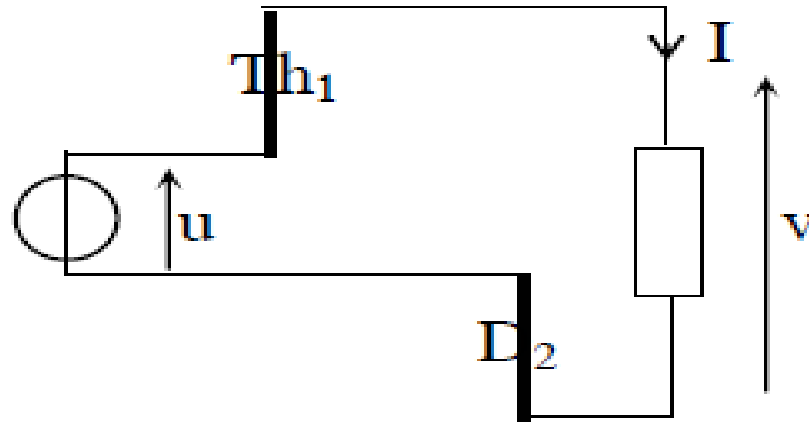


Redresseur commandé en pont mixte

- *Fonctionnement :*

2. De $[\alpha, \pi]$: la diode D2 toujours passante puisque $v > 0$

Le thyristor Th1 est amorcé. Donc $u = v$, $i_s = 0$.



Redresseur commandé en pont mixte

- *Fonctionnement :*

3. De $[\pi \text{ à } 2\pi]$: $v < 0$; $i > 0$.

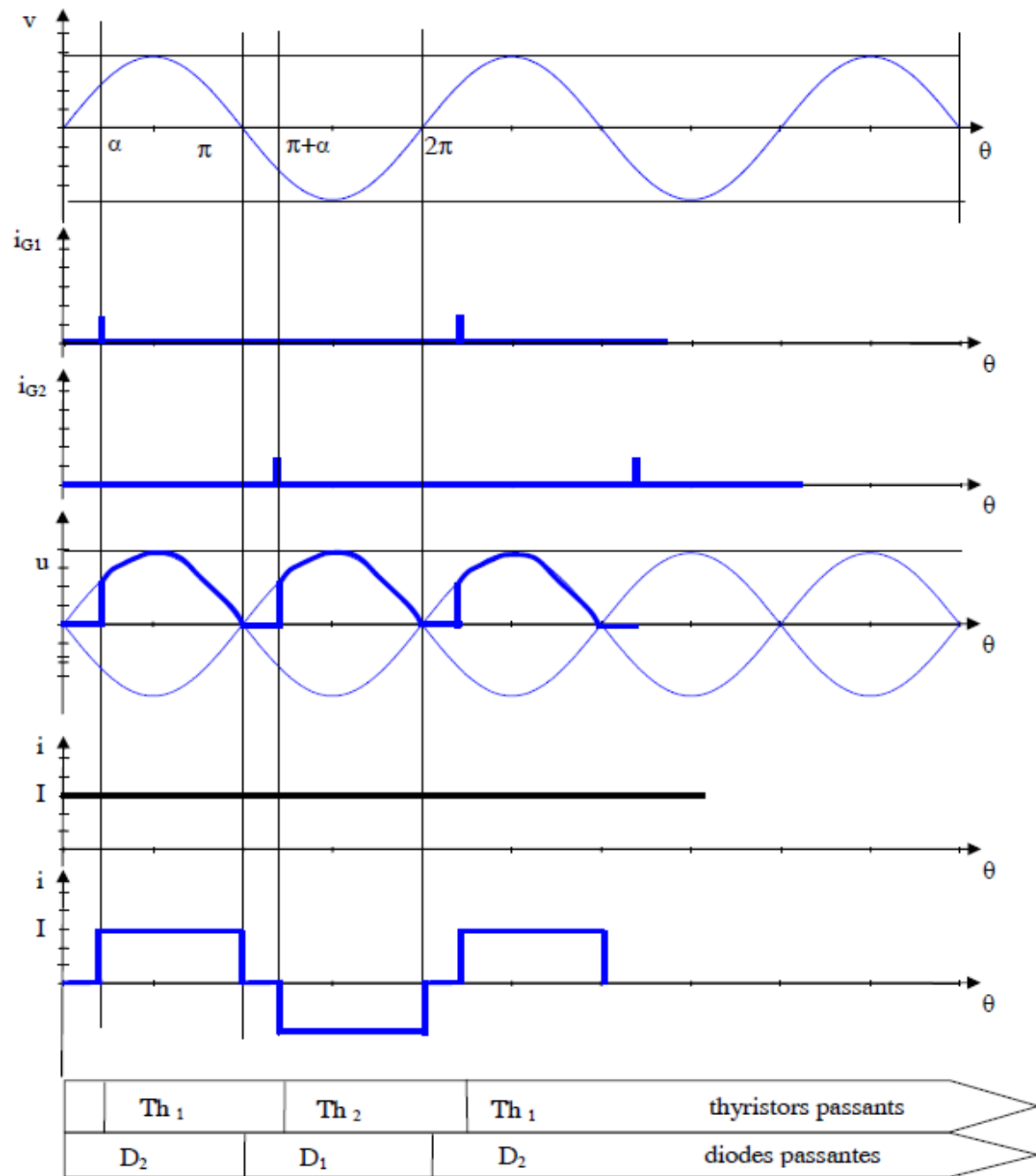
De $[\pi, \pi + \alpha]$: la diode D1 s'amorce quand $v < 0$ (car $v_A < v_B$).

Le thyristor Th1 reste passant car Th2, susceptible de conduire, n'est pas amorcé. D'où $v = 0$, $i = 0$. Phase de roue libre

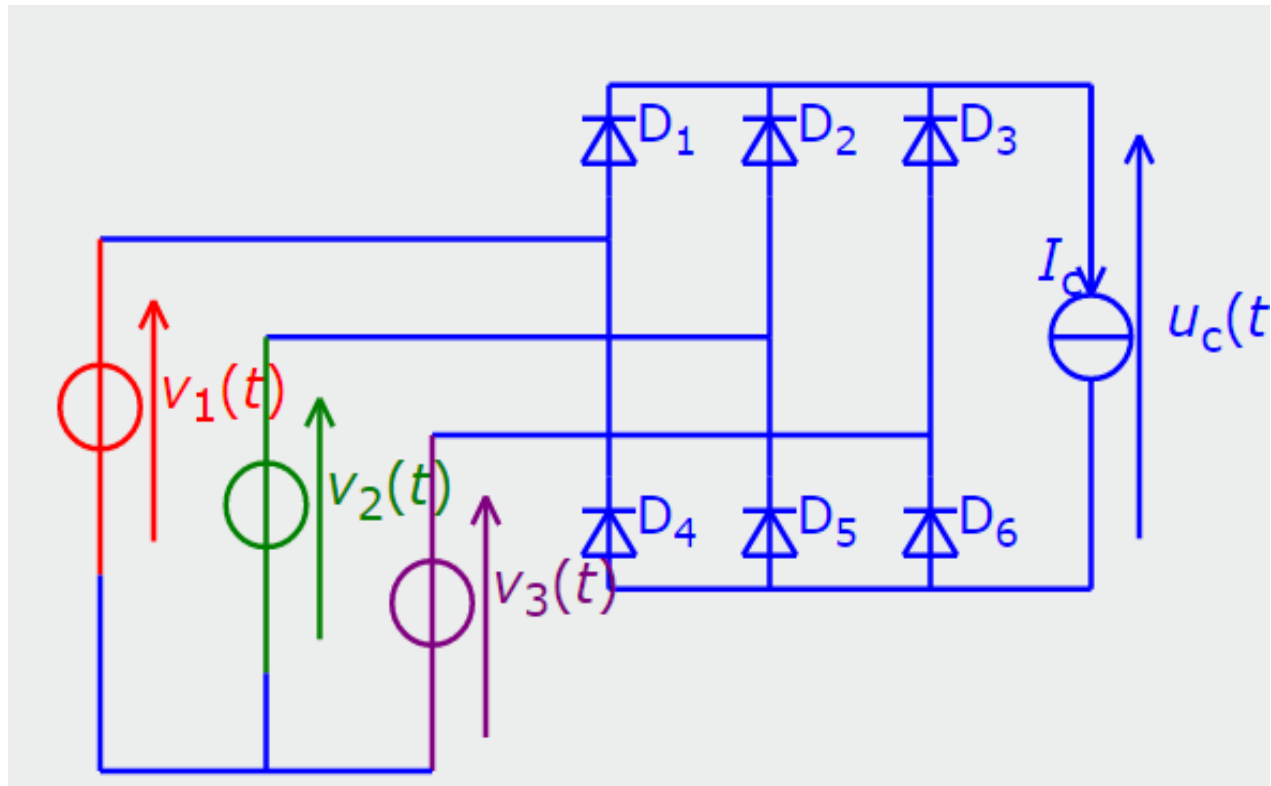
De $[\pi + \alpha, 2\pi]$: la diode D2 toujours passante puisque $v < 0$

Le thyristor Th1 est amorcé. Donc $u = -v$,

$$i = -I.$$



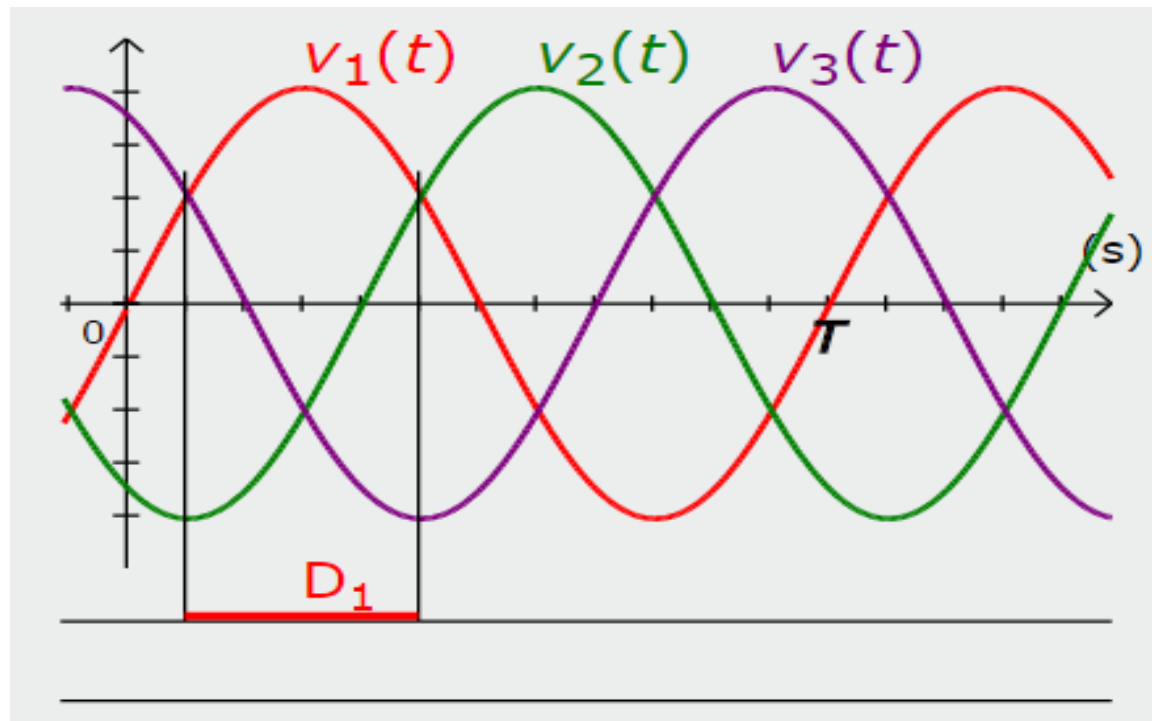
Redresseur triphasé non commandé.



Ce redresseur est appelé aussi PD3 est constitué de six diodes reliées selon le schéma

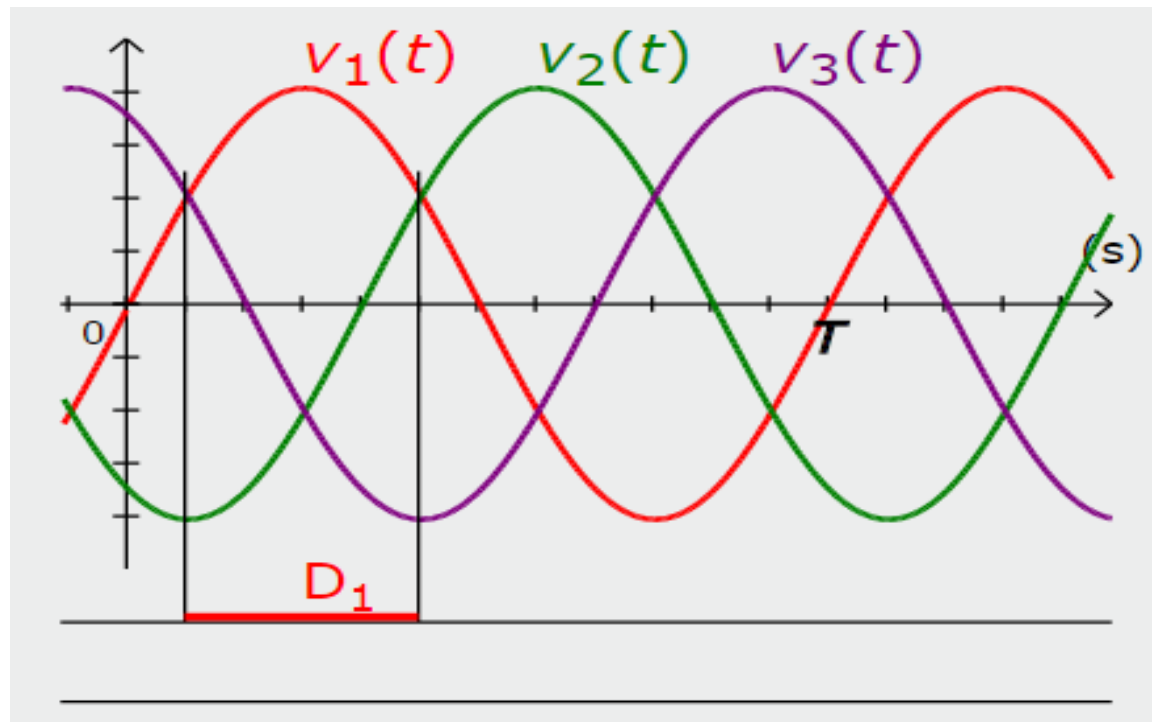
Redresseur triphasé non commandé.

- Les diodes D_1 , D_2 , D_3 forment un commutateur à cathodes communes,



Redresseur triphasé non commandé.

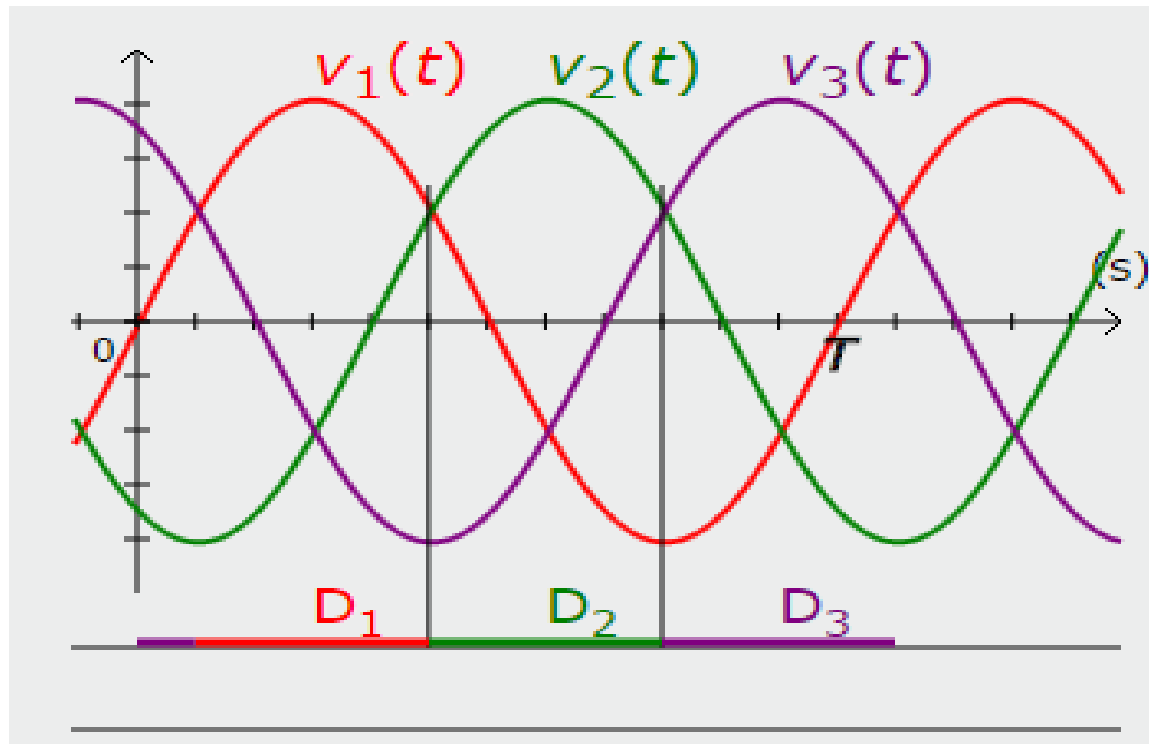
Entre $T/12$ et $5T/12$, c'est la tension $v_1(t)$ qui est la plus grande, c'est donc la diode D_1 qui est passante.



Chaque diode est passante pendant un tiers de la période T du réseau.

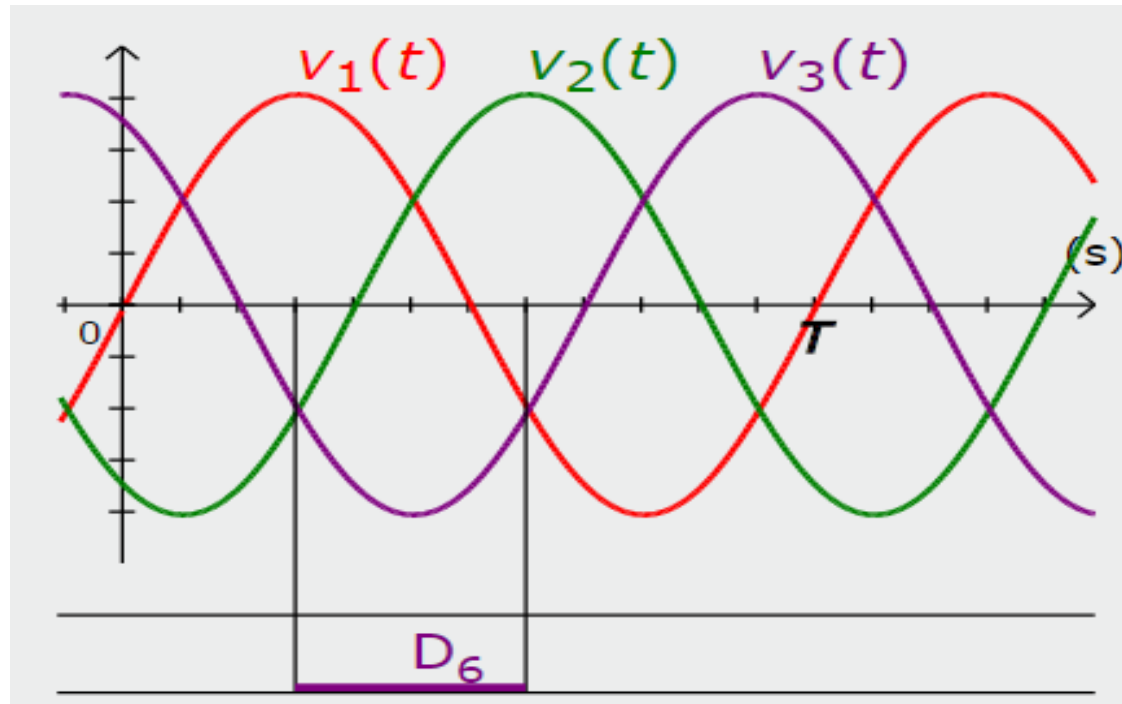
Redresseur triphasé non commandé.

Entre $5T/12$ et $9T/12$, c'est la tension $v_2(t)$ qui est la plus grande, c'est donc la diode D_2 qui est passante.



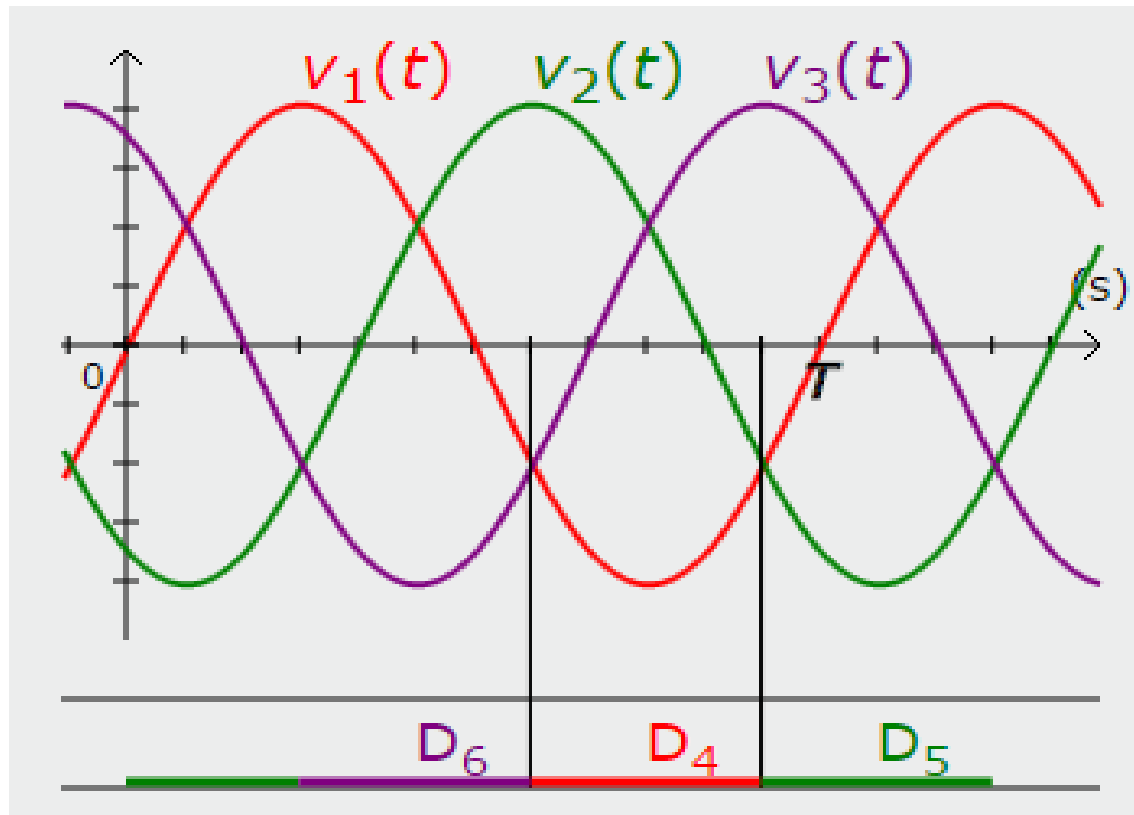
Redresseur triphasé non commandé.

Les diodes D_4 , D_5 et D_6 forment un commutateur à anodes communes: la diode passante est celle dont la cathode est reliée à la tension la plus faible.



Redresseur triphasé non commandé.

Entre $T/4$ et $7/12T$, c'est la tension $v_3(t)$ qui est la plus petite, c'est donc la diode D_6 qui est passante.



Redresseur triphasé non commandé.

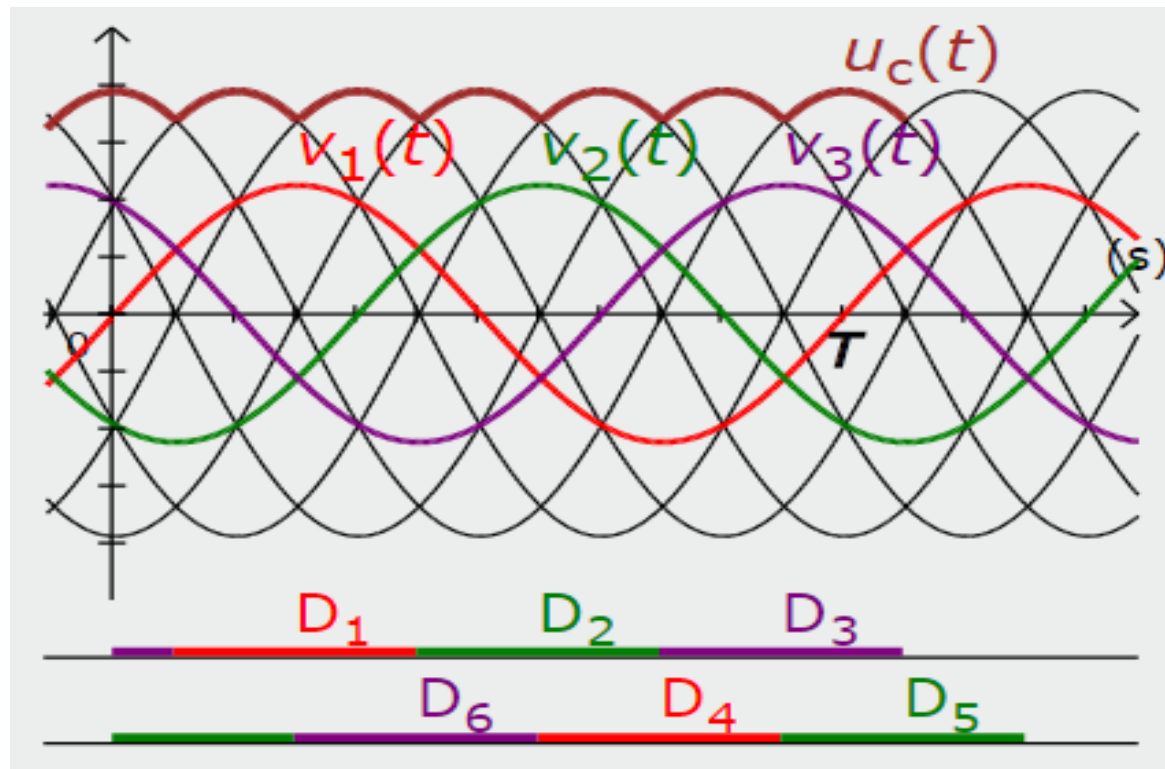
•Étude des tensions

Entre $T/12$ et $3T/12$, les diodes D_1 et D_5 sont passantes.

D'après la loi des mailles : $v_1(t) - u_c(t) - v_2(t) = 0$
soit $u_c(t) = v_1(t) - v_2(t) = u_{12}(t)$.

Redresseur triphasé non commandé.

- Étude des tensions



La fréquence de l'ondulation de la tension redressée est six fois plus grande que la fréquence des tensions alternatives.

Redresseur triphasé non commandé.

- Étude des tensions

Valeur moyenne

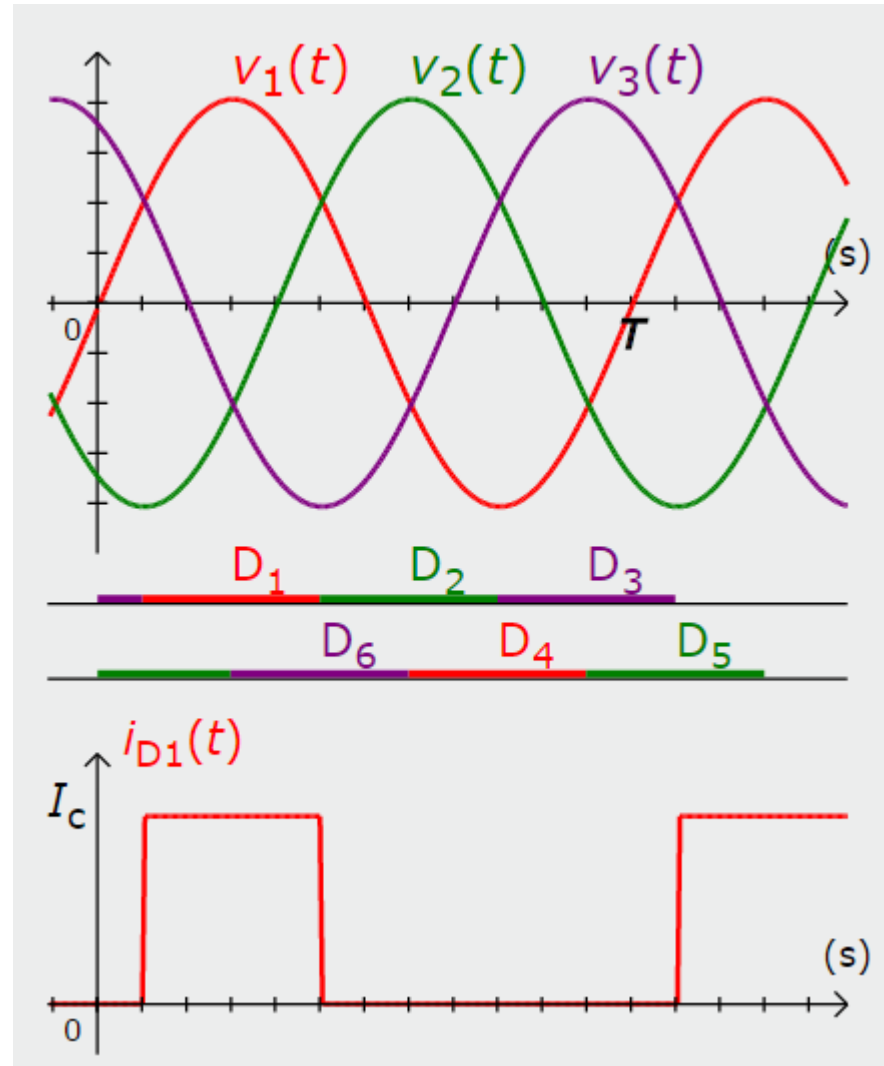
$$U_{cmoy} = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi} = \frac{3U \sqrt{2}}{\pi}$$

Redresseur triphasé non commandé.

• *Étude des courants dans les diodes*

D1 est passante alors $i_{D1} = I_c$.

D1 est bloquée alors $i_{D1} = 0$.



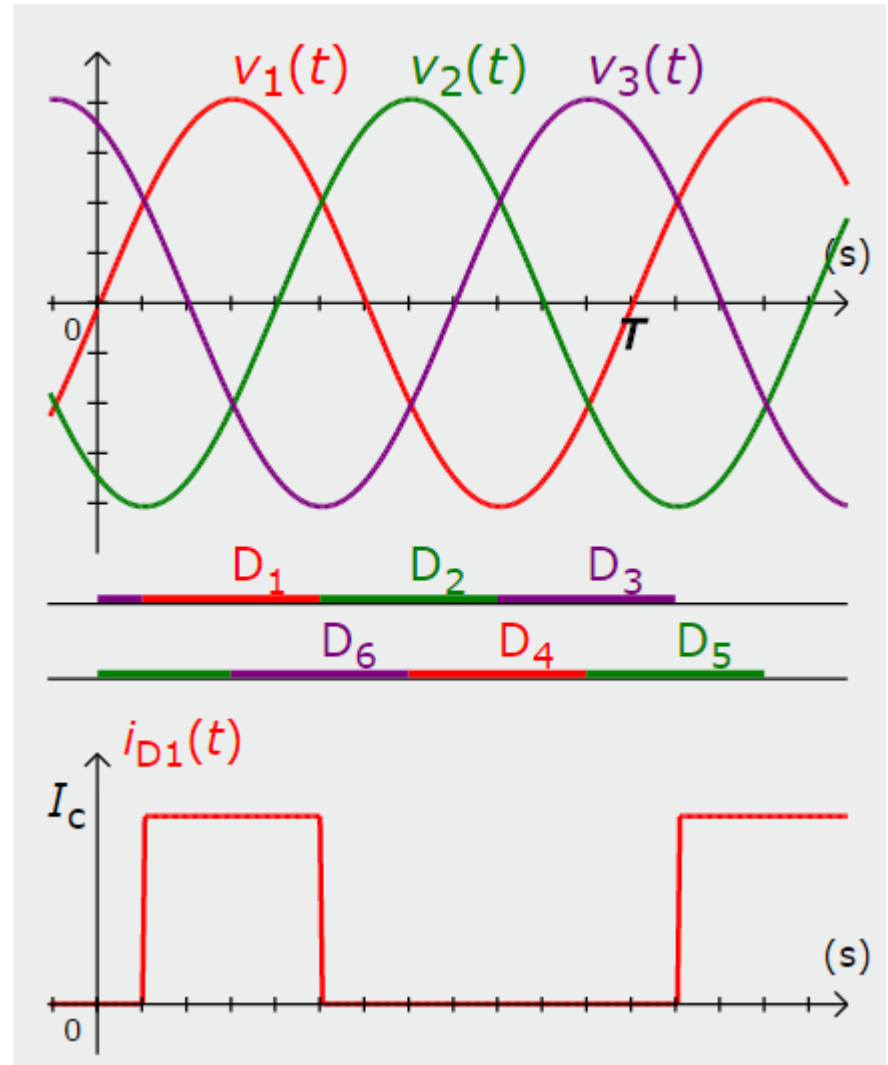
Redresseur triphasé non commandé.

• *Étude des courants dans les diodes*

Valeur moyenne

Chaque diode est passante pendant **un tiers de période**, elle est alors parcourue par une intensité I_c ; pendant le reste de la période, le courant est nul d'où :

$$I_{D moy} = \frac{1}{T} \left(\frac{T}{3} I_c \right) = \frac{I_c}{3}$$



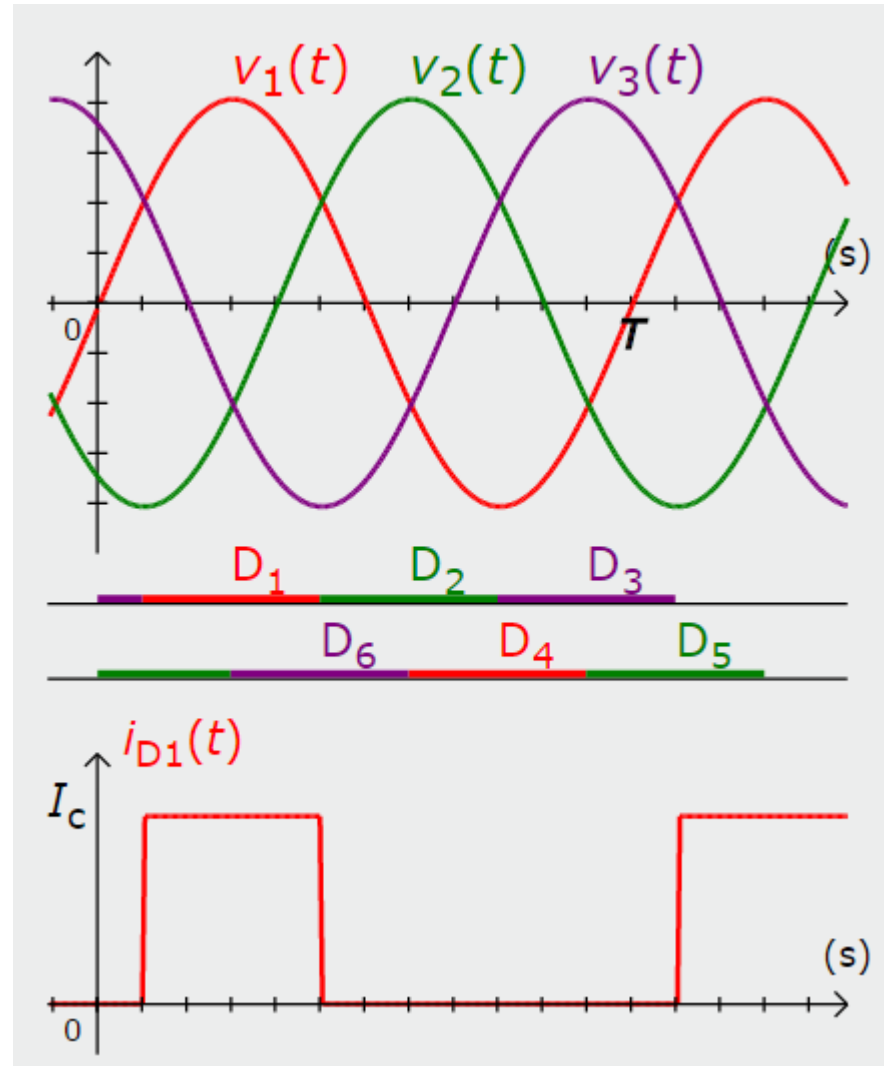
Redresseur triphasé non commandé.

- *Étude des courants dans les diodes*

Valeur efficace

$$I_{D\text{ moy}}^2 = I_{D\text{ eff}}^2 = \frac{1}{T} \left(\frac{T}{3} I_c^2 \right) = \frac{I_c^2}{3}$$

$$I_{D\text{ eff}} = \sqrt{\frac{1}{3}} I_c$$



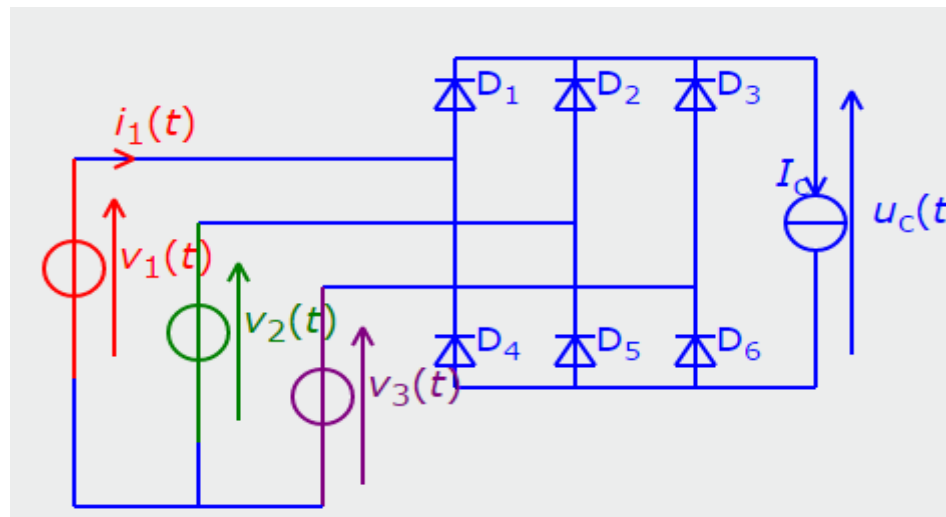
Redresseur triphasé non commandé.

- *Etude des courants dans une ligne d'alimentation*

Valeurs instantanées

Le courant dans la ligne reliée à la source de tension $v_1(t)$ est noté $i_1(t)$.
D'après la loi des nœuds :

$$i_1(t) = i_{D1}(t) - i_{D4}(t).$$



Redresseur triphasé non commandé.

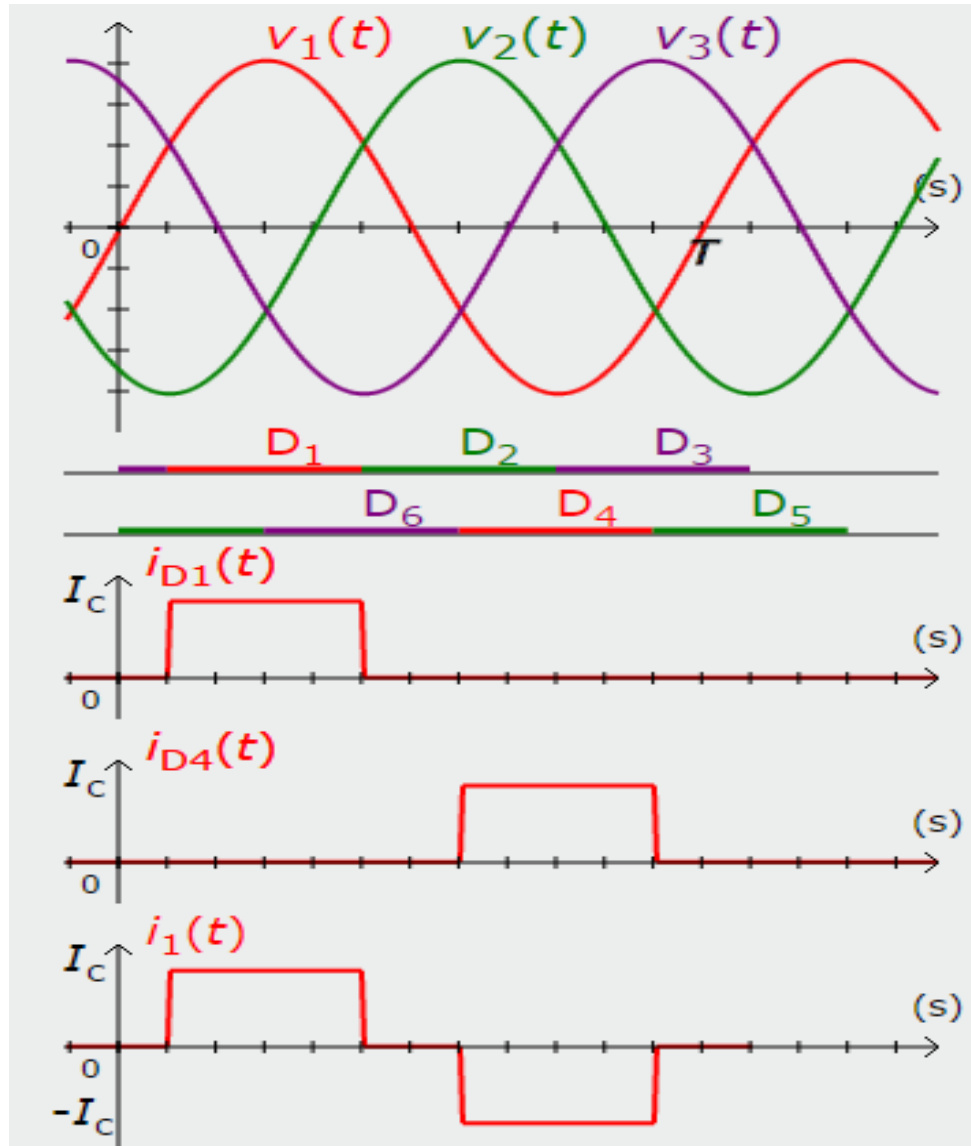
• *Etude des courants dans une ligne d'alimentation*

Entre $T/12$ et $5T/12$: $i_{D1}(t) = I_c$ et $i_{D4}(t) = 0$ donc $i_1(t) = I_c$

Entre $7T/12$ et $11T/12$: $i_{D1}(t) = 0$ et $i_{D4}(t) = I_c$ donc $i_1(t) = -I_c$

Sur les autres intervalles, $i_{D1}(t)$ et $i_{D4}(t)$ sont tous les deux nuls donc $i_1(t) = 0$

Redresseur triphasé non commandé.



Redresseur triphasé non commandé.

Valeur moyenne

La valeur moyenne des courants en ligne est nulle.

Valeur efficace

$$I_{eff}^2 = \frac{1}{T} (2 \frac{T}{3} I_c^2) = \frac{2}{3} I_c^2$$

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_c$$

Redresseur triphasé non commandé.

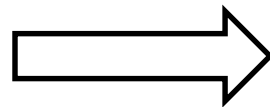
- *Facteur de puissance*

Le facteur de puissance vu du réseau est donné par la relation $k = P/S$ avec P la puissance active et S la puissance apparente.

Le redresseur étant supposé parfait et le courant côté continu étant supposé parfaitement lissé, la puissance active s'écrit

$$P = u_{c \text{ moy}} \cdot I_c$$

$$U_{c \text{ moy}} = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi}$$



$$P = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi} I_c$$

Redresseur triphasé non commandé.

- *Facteur de puissance*

Le facteur de puissance vu du réseau est donné par la relation

$$k = P/S$$

avec P la puissance active

S la puissance apparente.

$$U_{cmoy} = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi}$$

$$P = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi} I_c$$

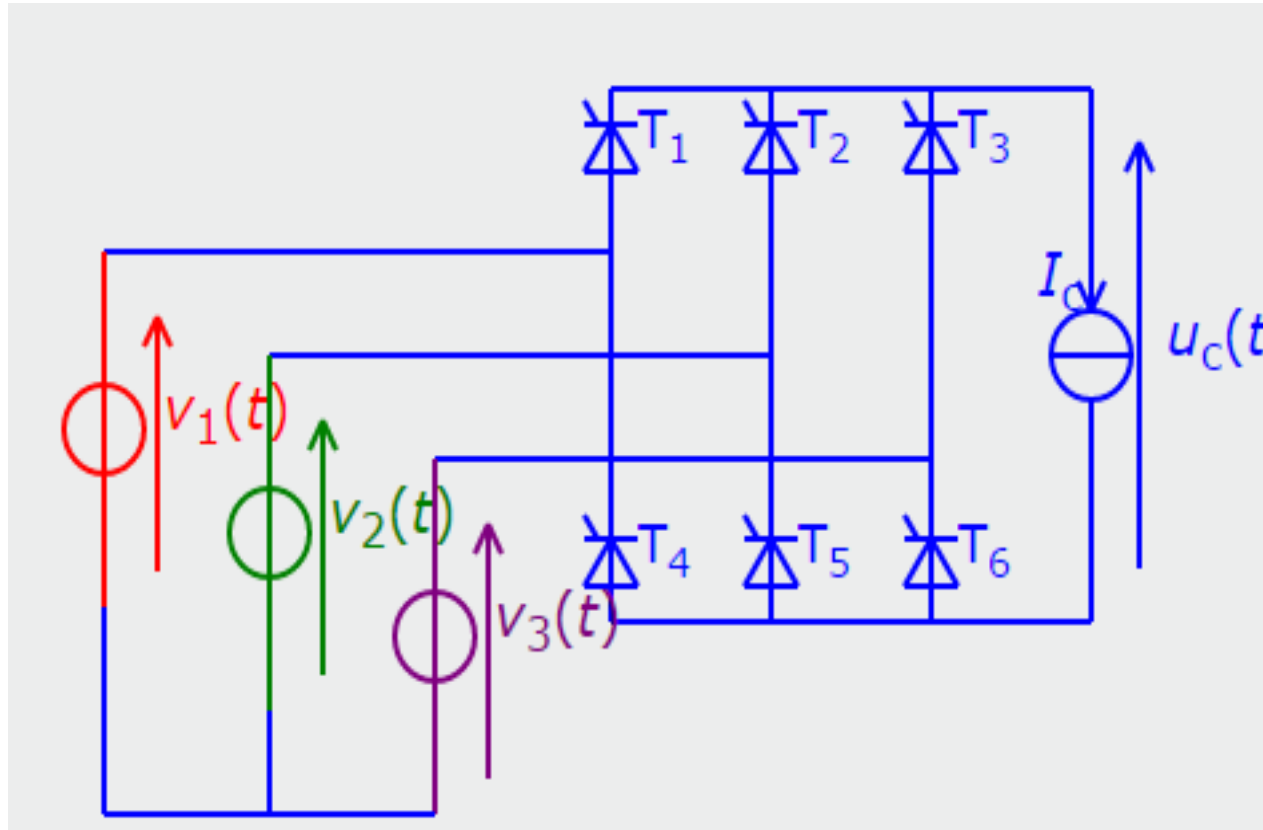
$$S = 3 \cdot V \cdot I_{eff}$$

- Avec I_{eff} le courant de ligne

Par définition, la puissance apparente est égale au produit de la valeur efficace des tensions par la valeur efficace des intensités.

Le facteur de puissance est inférieur à un à cause des courants non sinusoïdaux, la puissance réactive en entrée du redresseur est nulle car les fondamentaux des courants en ligne sont en phase avec les tensions correspondantes.

Redresseur triphasé commandé.



Redresseur triphasé commandé.

Les thyristors T1, T2 et T3 forment un commutateur à cathodes communes ou commutateur « plus positif »

À l'instant T12 correspondant à l'angle $\frac{\pi}{6}$ rad, $v_1(t)$ devient la plus grande

A partir de cet instant que le retard à l'amorçage du thyristor T₁ est compté

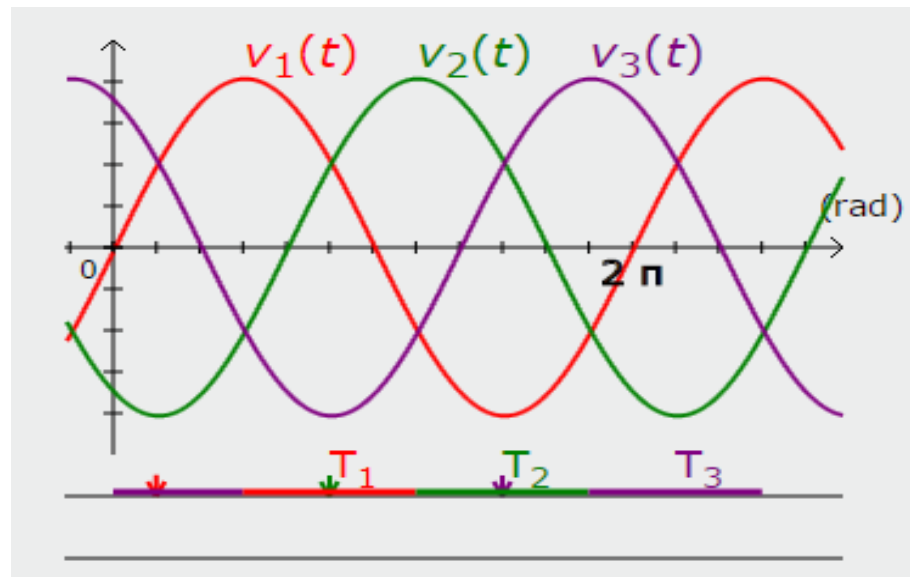
L'angle de retard à l'amorçage des thyristors est noté $\psi=60^\circ$

Redresseur triphasé commandé.

Le thyristor T_1 est passant de $(\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad à $(5\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad

Le thyristor T_2 est passant de $(5\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad à $(9\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad

Le thyristor T_3 est passant de $(9\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad à $(13\frac{\pi}{6} + \psi)$.



Redresseur triphasé commandé.

Les thyristors T4, T5 et T6 forment un commutateur à anodes communes ou commutateur « plus négatif »

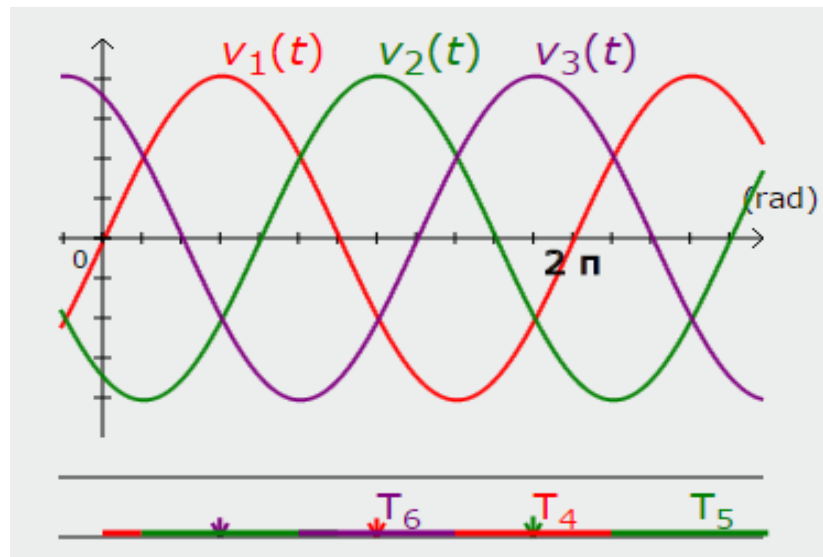
À l'instant T4 correspondant à l'angle $\frac{\pi}{2}$ rad, , c'est la tension $v_3(t)$ qui devient la plus petite, c'est donc à partir de cet instant que le retard à l'amorçage du thyristor T6 est compté

Redresseur triphasé commandé.

Le thyristor T6 est passant de $(\frac{\pi}{2} + \psi)$ rad à $(7\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad

Le thyristor T4 est passant de $(7\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad à $(11\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad

Le thyristor T5 est passant de $(11\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad à $(15\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad.



Redresseur triphasé commandé.

• *Étude des tensions*

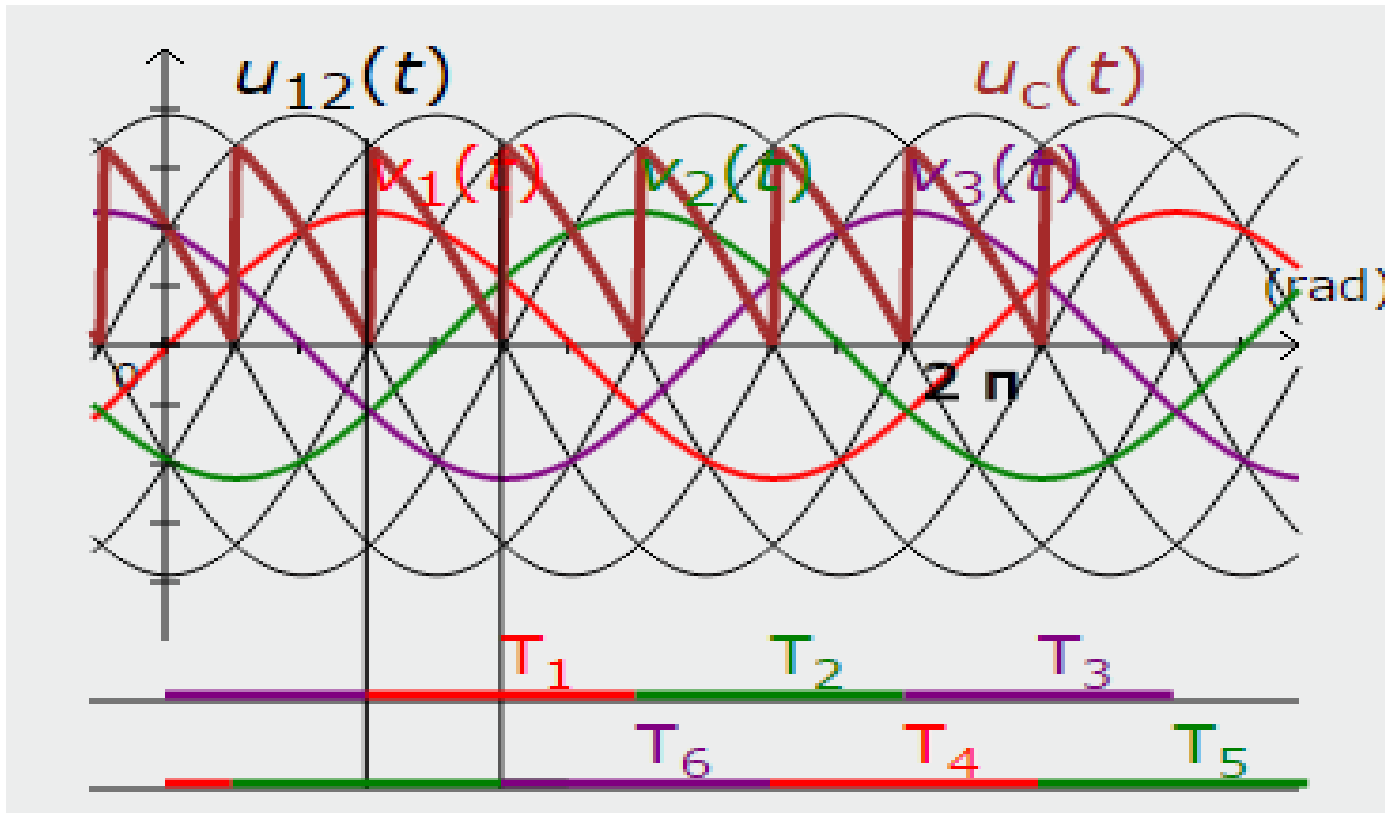
Entre $(\frac{\pi}{2} + \psi)$ rad et $(\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad,

Les thyristors T_1 et T_5 sont passants. D'après la loi des mailles

$$v_1(t) - u_c(t) - v_2(t) = 0$$

$$u_c(t) = v_1(t) - v_2(t) = u_{12}(t).$$

Redresseur triphasé commandé.



Redresseur triphasé commandé.

Valeur moyenne

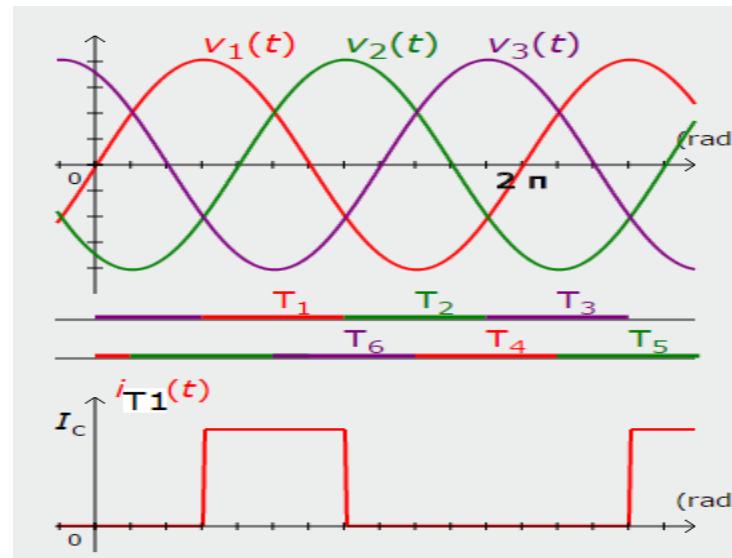
$$U_{cmoy} = \frac{3V \sqrt{2} \sqrt{3}}{\pi} \cos \psi = \frac{3U \sqrt{2}}{\pi} \cos \psi$$

Redresseur triphasé commandé.

• Étude des courants dans un thyristor

Lorsque le thyristor T1 est passant alors il est parcouru par le courant dans la charge : $i_{T1} = I_c$.

Lorsque le thyristor T1 est bloqué alors il n'est parcouru par aucun courant : $i_{T1} = 0$.



Redresseur triphasé commandé.

Valeur moyenne

Chaque thyristor est passant pendant un tiers de période, il est alors parcouru par une intensité I_c ; pendant le reste de la période, le courant est nul d'où

$$I_{T \text{ moy}} = \frac{1}{T} \left(\frac{T}{3} I_c \right) = \frac{I_c}{3}$$

Redresseur triphasé commandé.

Valeur efficace

$$I_{T \text{ moy}}^2 = I_{T \text{ eff}}^2 = \frac{1}{T} \left(\frac{T}{3} I_c^2 \right) = \frac{I_c^2}{3}$$

$$I_{T \text{ eff}} = \frac{I_c}{\sqrt{3}}$$

Redresseur triphasé commandé.

- *Étude des courants dans une ligne d'alimentation*

Valeurs instantanées

Le courant dans la ligne reliée à la source de tension $v_1(t)$ est noté $i_1(t)$. D'après la loi des nœuds :

$$i_1(t) = i_{T1}(t) - i_{T4}(t)$$

Redresseur triphasé commandé.

- Entre $(\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad et $(5\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad :

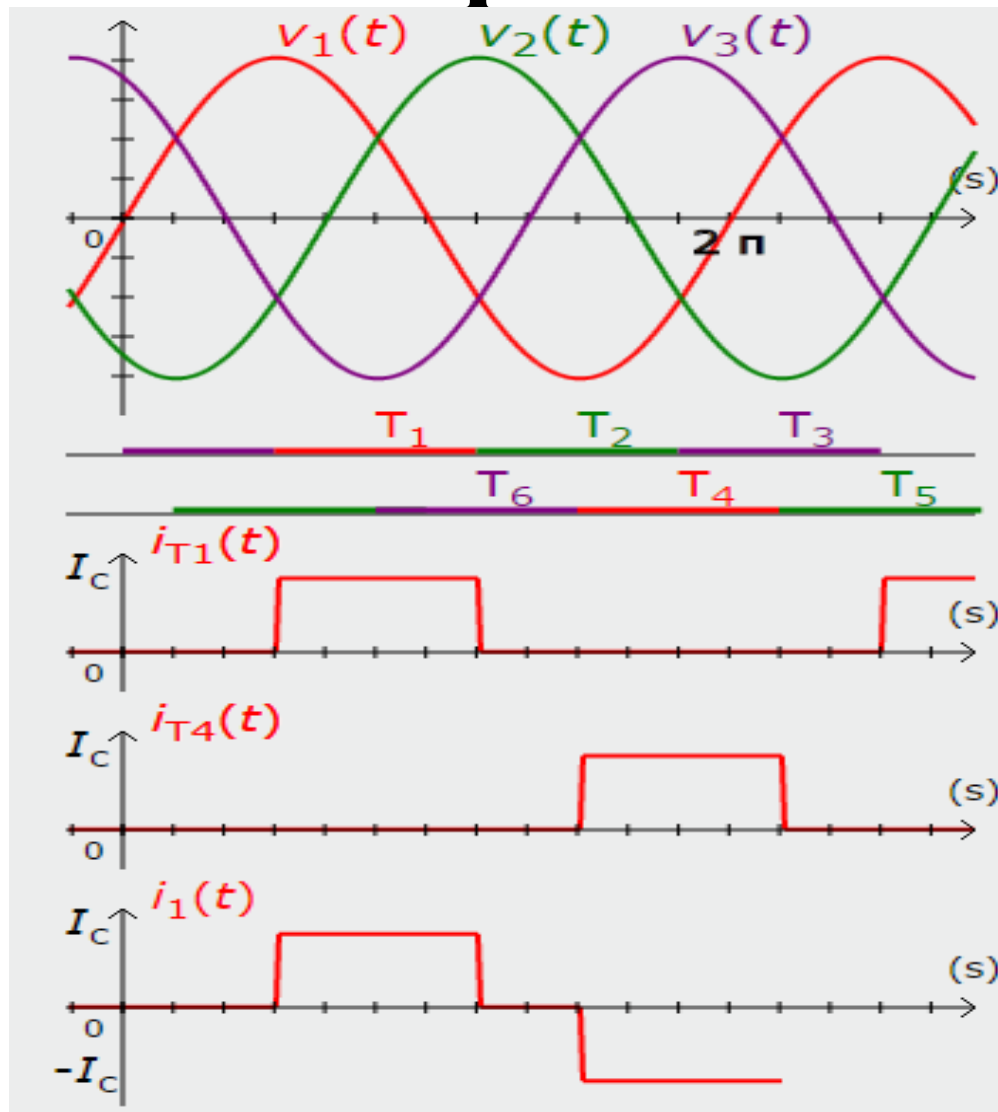
$$i_{T1}(t) = I_c \text{ et } i_{T4}(t) = 0 \text{ donc } i_1(t) = I_c$$

- Entre $(7\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad et $(11\frac{\pi}{6} + \psi)$ rad:

$$i_{T1}(t) = 0 \text{ et } i_{T4}(t) = I_c \text{ donc } i_1(t) = -I_c$$

Sur les autres intervalles, $i_{T1}(t)$ et $i_{T4}(t)$ sont tous les deux nuls donc $i_1(t) = 0$.

Redresseur triphasé commandé.



Redresseur triphasé commandé.

Valeur moyenne

La valeur moyenne des courants en ligne est nulle.

Valeur efficace

La valeur moyenne du courant élevé au carré s'écrit :

$$i_{moy}^2 = I_{eff}^2 = \frac{1}{T} \left(2 \frac{T}{3} I_c^2 \right) = \frac{2}{3} I_c^2$$

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_c$$