

CHIV : REDRESSEMENT COMMANDE: MONTAGES PD2

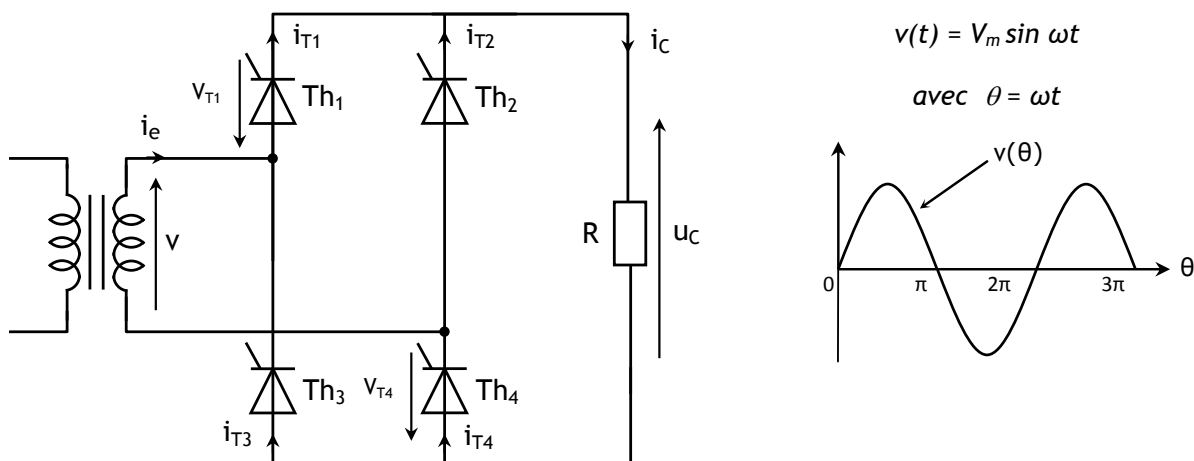
1. Introduction

Ces montages réalisent un redressement double alternance comme les montages P2. L'amorçage des thyristors est effectué avec un angle de retard α sur le début de chaque demi-période. On distingue les montages tout thyristor et mixte.

2. Montages tout thyristor

2-1 Débit sur charge résistive

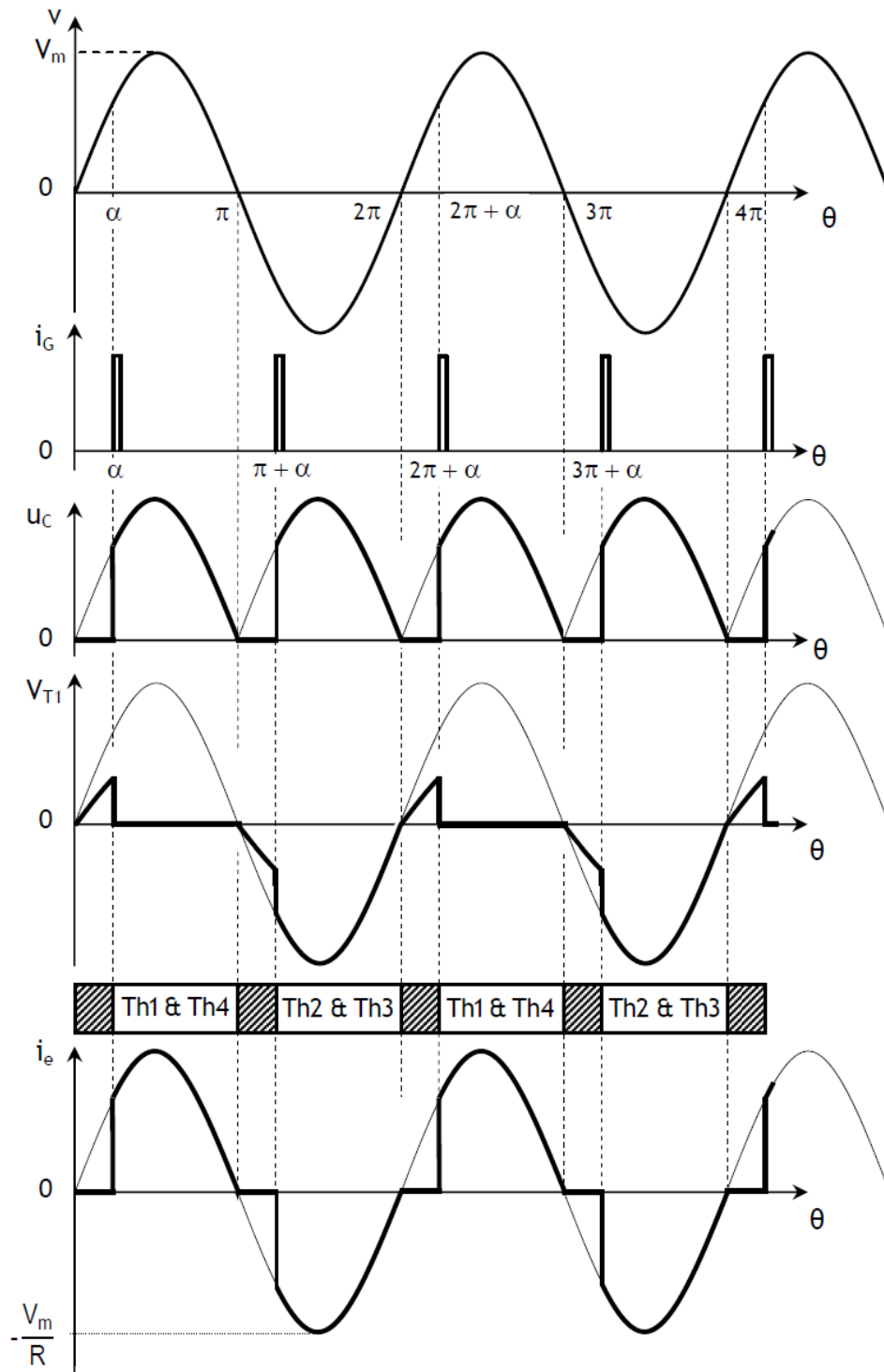
Schéma de principe



Fonctionnement

θ	0	α	π	$\pi + \alpha$	2π
Etat de Th ₁ - Th ₄	Bloqué	Passant	Bloqué	Bloqué	Bloqué
Etat de Th ₂ - Th ₃	Bloqué	Bloqué	Bloqué	Bloqué	Passant
u_C	0	$v(\theta)$	0	$-v(\theta)$	0
$V_{T1} ; V_{T4}$	$\frac{v(\theta)}{2}$	0	$\frac{v(\theta)}{2}$	$v(\theta)$	0
$V_{T2} ; V_{T3}$	$-\frac{v(\theta)}{2}$	$-v(\theta)$	$-\frac{v(\theta)}{2}$	0	$v(\theta)$
i_C	0	$\frac{v(\theta)}{R}$	0	$-\frac{v(\theta)}{R}$	0
$i_{T1} ; i_{T4}$	0	$\frac{v(\theta)}{R}$	0	0	0
$i_{T2} ; i_{T3}$	0	0	0	0	$-\frac{v(\theta)}{R}$
$i_e = i_{T1} - i_{T3}$	0	$\frac{v(\theta)}{R}$	0	$\frac{v(\theta)}{R}$	0

Graphes



Grandeurs caractéristiques

- Valeur moyenne de u_C

$$U_{C\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_T u_C(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \theta d\theta = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

- Valeur efficace de u_C

$$U_C^2 = \frac{1}{T} \int_T u_C^2(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_\alpha^\pi V_m^2 \sin^2 \theta d\theta = \frac{V_m^2}{2\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)$$

Donc

$$U_C = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Pour $\alpha \in [0; \pi]$ $U_{C\text{moy}} \in \left[0; \frac{V_m}{\sqrt{2}} \right]$

- Valeurs moyenne et efficace de i_C

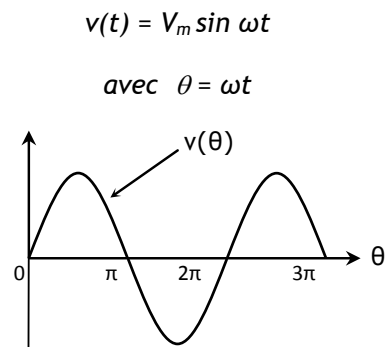
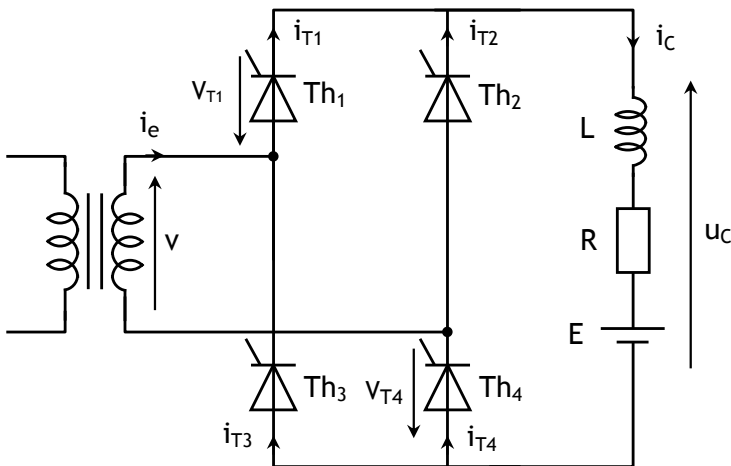
$$I_{C\text{moy}} = \frac{U_{C\text{moy}}}{R} = \frac{V_m}{\pi R} (1 + \cos \alpha)$$

$$I_C = \frac{U_C}{R} = \frac{V_m}{R\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

- Tension inverse maximale aux bornes d'une diode : $V_{RRM} = V_m$

2-2 Débit sur charge R, L, E

Schéma de principe

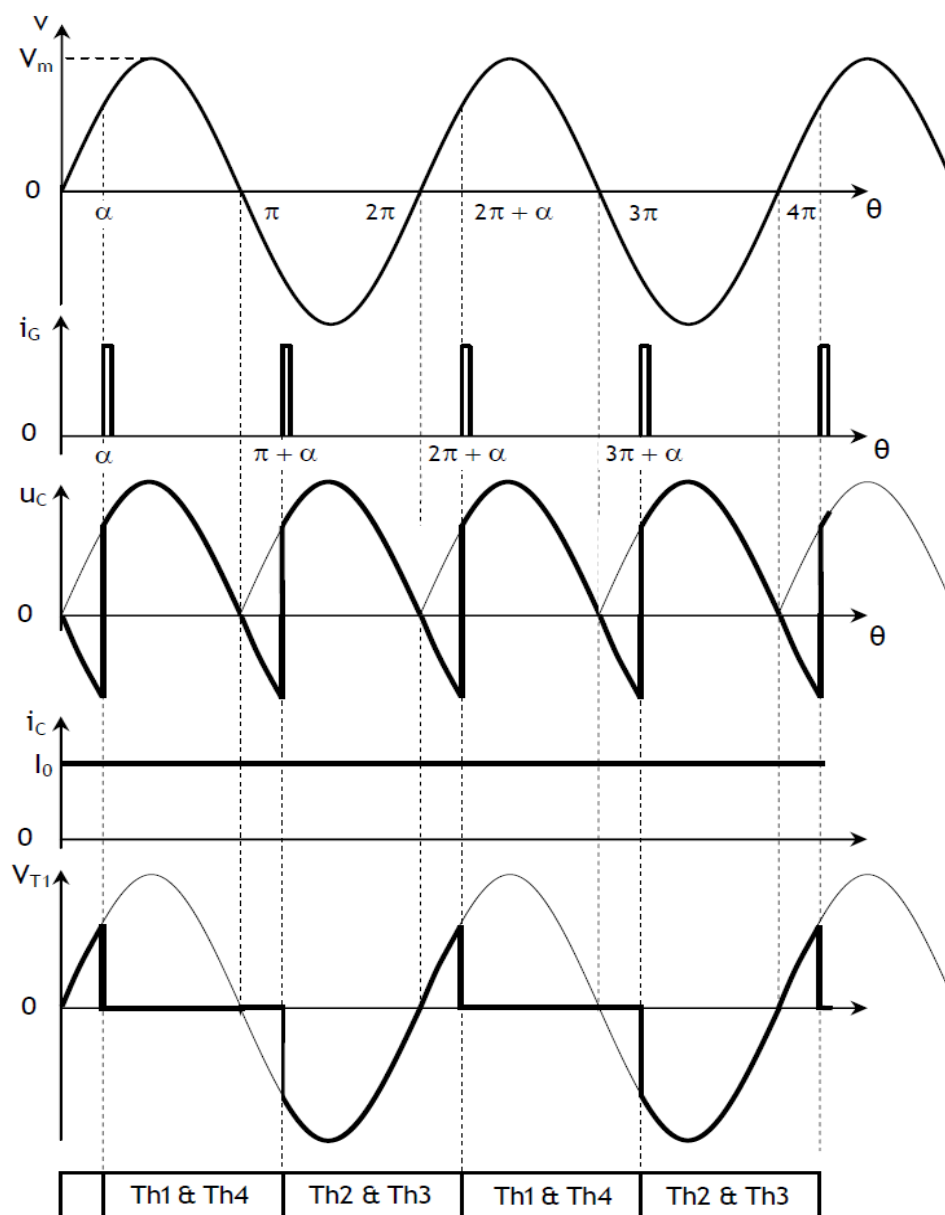


Fonctionnement

On suppose une conduction continue avec un courant de charge constant égal à sa valeur moyenne I_0 .

θ	0	α	π	$\pi + \alpha$	2π
Etat de Th ₁ - Th ₄	Bloqué	Passant	Passant	Bloqué	
Etat de Th ₂ - Th ₃	Passant	Bloqué	Bloqué	Passant	
u_C	$-v(\theta)$	$v(\theta)$	$v(\theta)$	$-v(\theta)$	
$v_{T1} ; v_{T4}$	$v(\theta)$	0	0	$v(\theta)$	
$v_{T2} ; v_{T3}$	0	$-v(\theta)$	$-v(\theta)$	0	
i_C	I_0	I_0	I_0	I_0	
$i_{T1} ; i_{T4}$	0	I_0	I_0	0	
$i_{T2} ; i_{T3}$	I_0	0	0	I_0	
$i_e = i_{T1} - i_{T3}$	$-I_0$	I_0	I_0	$-I_0$	

Graphes



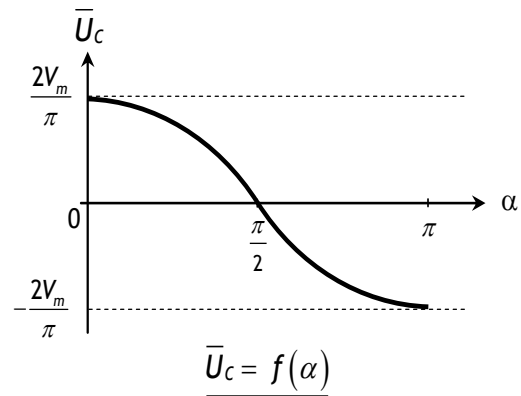
Grandeurs caractéristiques

- Valeur moyenne de u_c

$$U_{Cmoy} = \frac{1}{T} \int_T u_c(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} u_c d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin \theta d\theta$$

$$U_{Cmoy} = \frac{2}{\pi} V_m \cos \alpha$$

$$\text{Pour } \alpha \in [0; \pi] \quad U_{Cmoy} \in \left[-\frac{2V_m}{\pi}; \frac{2V_m}{\pi} \right]$$



Remarque

La puissance moyenne active reçue par la charge est $P = \langle u_c i_c \rangle$, soit :

$$P = \frac{2}{\pi} V_m I_0 \cos \alpha$$

- $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \quad P \geq 0$

La puissance transite du réseau à la charge et le fonctionnement est du type **redresseur**.

- $\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \pi \quad P \leq 0$

La puissance transite de la charge vers le réseau. Le fonctionnement est du type **onduleur assisté** car la fréquence du convertisseur ($2f$) reste imposé par le réseau (f).

- Valeur efficace de u_c

$$U_C^2 = \frac{1}{T} \int_T u_c^2(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} u_c^2 d\theta = \frac{V_m^2}{2}$$

$$\text{Donc } U_C = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

- Valeurs moyenne et efficace de i_c

$$I_{Cmoy} = I_C = I_0 = \frac{U_{Cmoy} - E}{R}$$

Remarque

Dans le fonctionnement d'un moteur à courant continu, le courant de charge i_c est imposé par le moment du couple résistant et le f.é.m. E varie avec la valeur moyenne de la tension redressée.

On a :

$$E = U_{Cmoy} - R I_0 = K' \Omega$$

où K' est une constante dépendant des caractéristiques du moteur et du flux, et Ω , sa vitesse.

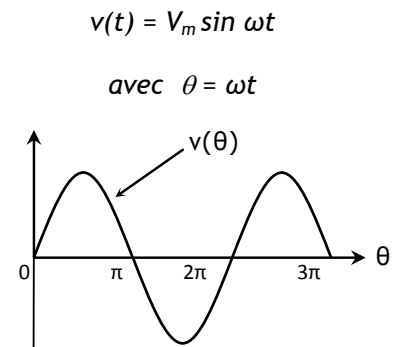
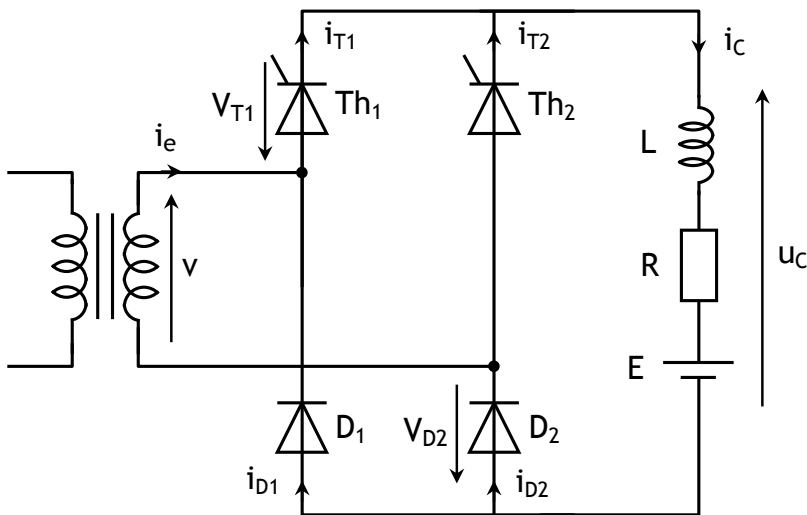
3. Montages mixtes

On distingue :

- les montages pont mixte symétrique ou parallèle et
- les montages pont mixte asymétrique ou série.

3-1 Montage pont mixte symétrique

Schéma de principe (Exemple de débit sur charge R, L, E)

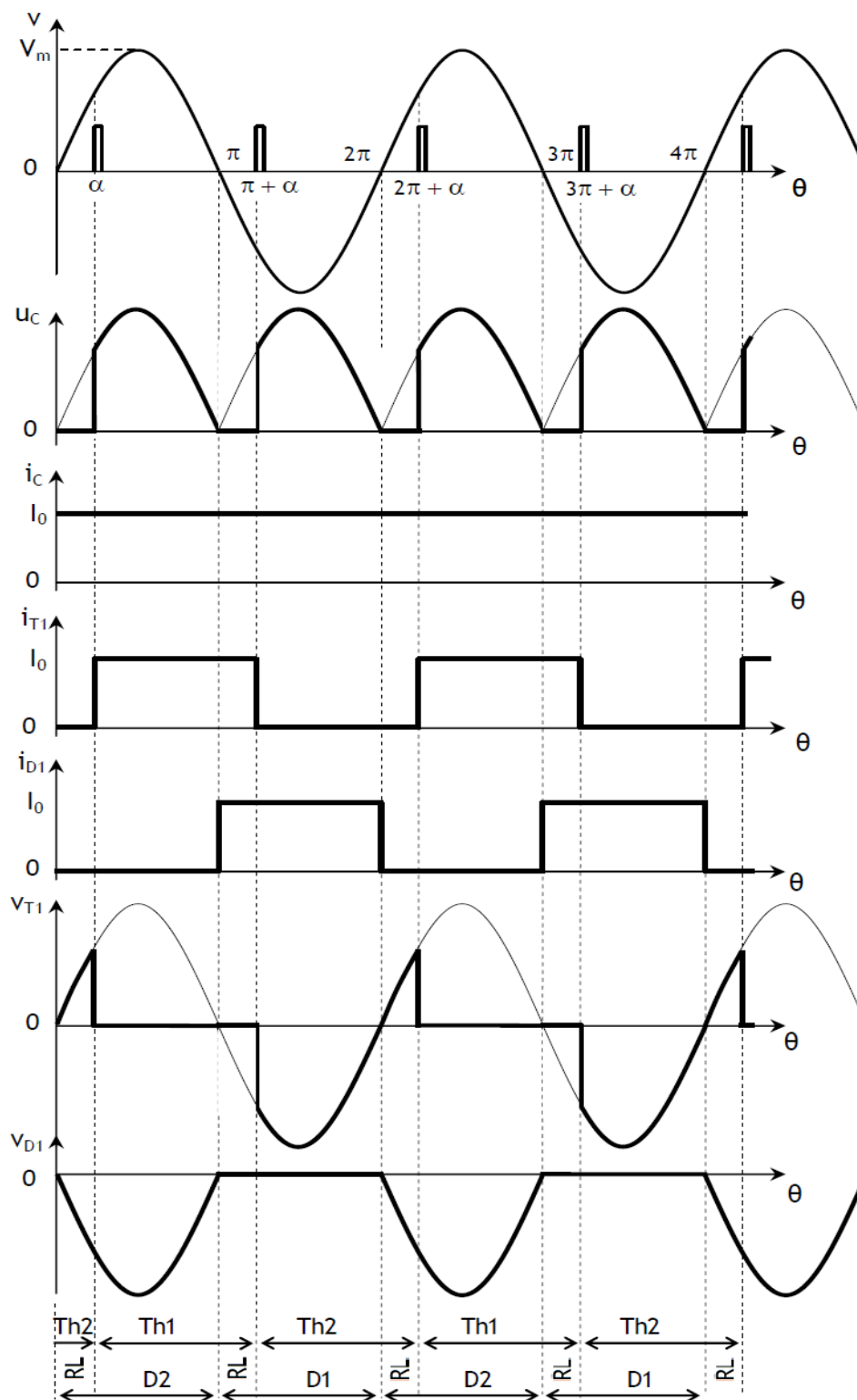


Fonctionnement

On suppose une conduction continue avec un courant i_c de charge constant et égal à I_0 .

θ	0	α	π	$\pi + \alpha$	2π
Etat de Th_1	Bloqué	Passant	Passant	Bloqué	
Etat de D_2	Passant	Passant	Bloqué	Bloqué	
Etat de Th_2	Passant	Bloqué	Bloqué	Passant	
Etat de D_1	bloqué	Bloqué	Passant	Passant	
u_c	0	$v(\theta)$	0	$-v(\theta)$	
v_{T1}	$v(\theta)$	0	0	$v(\theta)$	
v_{D2}	0	0	$v(\theta)$	$v(\theta)$	
v_{T2}	0	$-v(\theta)$	$-v(\theta)$	0	
v_{D1}	$-v(\theta)$	$-v(\theta)$	0	0	
i_c	I_0	I_0	I_0	I_0	
i_{T1}	0	I_0	I_0	0	
i_{D2}	I_0	I_0	0	0	
i_{T2}	I_0	0	0	I_0	
i_{D1}	0	0	I_0	I_0	
$i_e = i_{T1} - i_{D1}$	0	I_0	0	$-I_0$	

Graphes



Grandeurs caractéristiques

- Valeur moyenne de u_C

$$U_{C\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_T u_C(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \theta d\theta = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Remarque

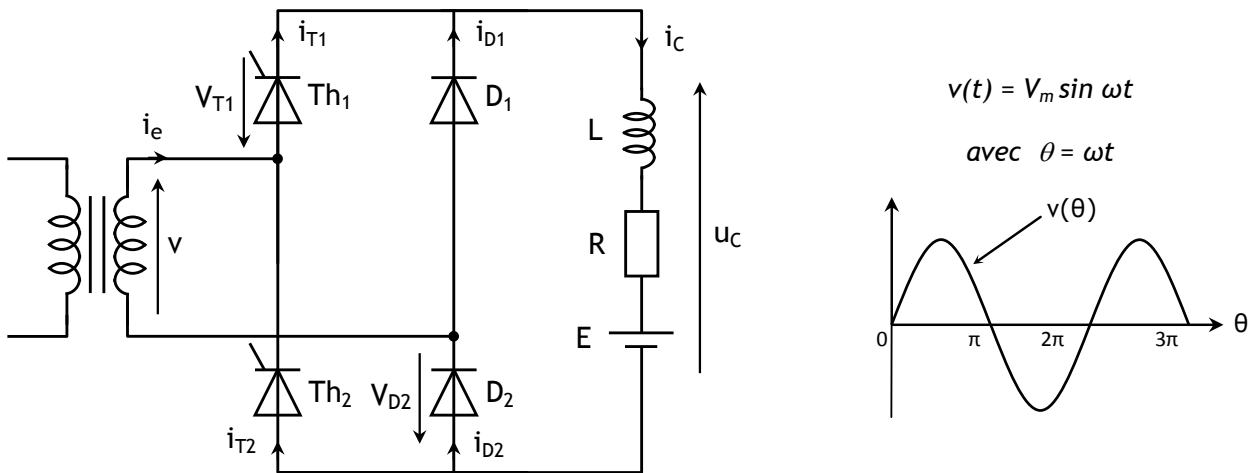
U_{Cmoy} décroît de $\frac{2V_m}{\pi}$ à 0 sans jamais être négative. Le pont mixte symétrique n'est pas réversible. Le convertisseur ne peut fonctionner qu'en redresseur commandé en raison de la présence des diodes.

- Valeurs moyenne et efficace de i_c

$$I_{Cmoy} = I_C = I_0 = \frac{U_{Cmoy} - E}{R}$$

3-2 Montage pont mixte asymétrique

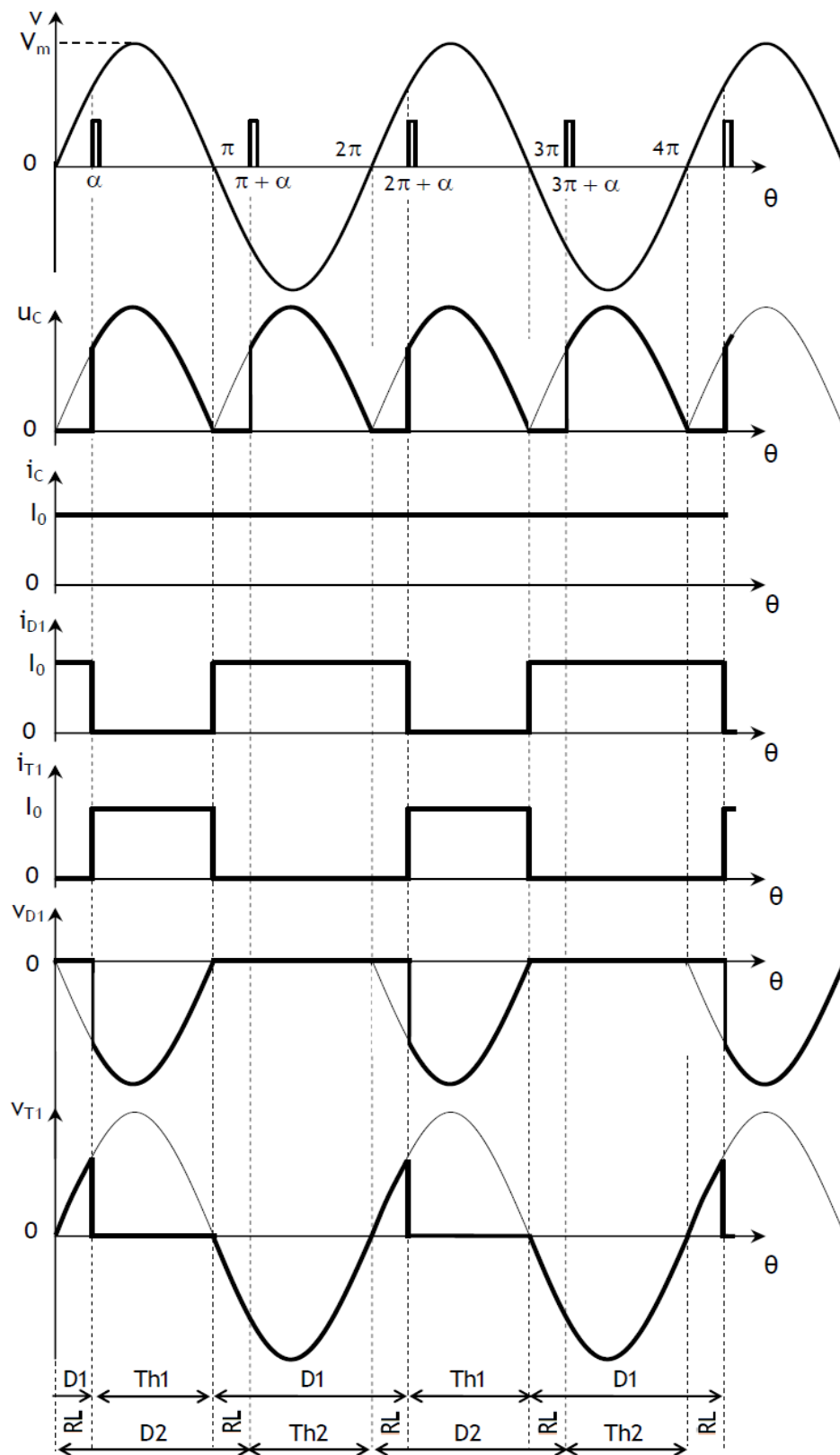
Schéma de principe (Exemple de débit sur charge R, L, E)



Fonctionnement

θ	0	α	π	$\pi + \alpha$	2π
Etat de Th ₁	Bloqué	Passant	Bloqué	Bloqué	
Etat de D ₂	Passant	Passant	Passant	Bloqué	
Etat de Th ₂	Bloqué	Bloqué	Bloqué	Passant	
Etat de D ₁	Passant	Bloqué	Passant	Passant	
u_c	0	$v(\theta)$	0	$-v(\theta)$	
V_{T1}	$v(\theta)$	0	$v(\theta)$	$v(\theta)$	
V_{D2}	0	0	0	$v(\theta)$	
V_{T2}	$-v(\theta)$	$-v(\theta)$	$-v(\theta)$	0	
V_{D1}	0	$-v(\theta)$	0	0	
i_c	I_0	I_0	I_0	I_0	
i_{T1}	0	I_0	0	0	
i_{D2}	I_0	I_0	I_0	0	
i_{T2}	0	0	0	I_0	
i_{D1}	I_0	0	I_0	I_0	
$i_e = i_{T1} - i_{T2}$	0	I_0	0	$-I_0$	

Graphes



Grandeurs caractéristiques

- Valeur moyenne de u_C

$$U_{C\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_T u_C(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_\alpha^\pi V_m \sin \theta d\theta = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Remarque

$\forall \alpha \in [0; \pi]$ $U_{C\text{moy}} > 0$. La puissance reçue par la charge est toujours positive. la structure fonctionne en redresseur et le montage est non réversible.

- Valeurs moyenne et efficace de i_C

$$I_{C\text{moy}} = I_C = I_0 = \frac{U_{C\text{moy}} - E}{R}$$

TRAVAUX DIRIGES

EXERCICE I

Un pont tout thyristor branché sur le réseau (220V - 50Hz) par l'intermédiaire d'un transformateur monophasé délivrant une tension au secondaire $v(t) = V\sqrt{2}\sin\omega t$ avec $V = 110V$, alimente l'induit d'un moteur à courant continu à excitation indépendante en série avec une inductance de lissage L et de résistance négligeable. On suppose que la valeur de l'inductance est suffisamment élevée pour que le courant dans l'induit soit parfaitement lissé. Les composants du pont sont supposés parfaits.

Les thyristors T1 et T3 reçoivent des impulsions de gâchette permettant un amorçage certain aux instants $t = t_0 + KT$ tandis que T2 et T4 reçoivent leurs impulsions aux instants $t = t_0 + T/2 + KT$, T étant la période du réseau.

1. Donner le schéma du montage.
2. Tracer en concordance de temps v , u_C , v_{T1} , i_C , i_{T1} , i_{T4} et i_e respectivement tensions au secondaire, de charge, aux bornes de T1 et courants de charge, traversant les thyristors T1 et T4.
3. En considérant une période, indiquer les intervalles de conduction des composants.
4. Calculer l'angle de retard à l'amorçage sachant que le temps de retard est le cinquième de la demi-période.
5. Calculer les valeurs moyenne et efficace de i_e .

EXERCICE II

Un moteur à courant continu à excitation indépendante est alimenté par un pont mixte monophasé symétrique. Ce moteur est représenté par la résistance d'induit $R=1\Omega$ et une tension d'induit E , proportionnelle à la vitesse de rotation N (tr/mn) qui vaut 90V à 1800 tr/mn. Ce redresseur est alimenté par une tension de la forme $v_e = V_m \sin\theta$ avec $\theta = \omega t$ $V_m 240\sqrt{2}V$ $f=50Hz$.

Le courant de charge est supposé constant et égal à 10A.

1. Donner le schéma du montage.
2. Indiquer les intervalles de conduction des thyristors et des diodes.
3. Calculer la vitesse N_1 à vide et N_2 à charge, pour un angle d'amorçage $\alpha=40^\circ$.
4. Tracer les évolutions de la tension de charge sur deux périodes.
5. Calculer la puissance P_a fournie au moteur et la puissance réactive Q fournie par le réseau.
6. Calculer le facteur de puissance au secondaire.