

Chapitre 5

Les Convertisseurs Alternatifs/Continu

Les Montages Redresseurs triphasés commandés

5-1-Introduction

5-1 Etude du montage redresseur parallèle simple P3 à thyristors:

5-1-1-charge fortement inductive $L \gg R$

a- Montage

$$v_1 = V_M \cdot \sin \theta$$

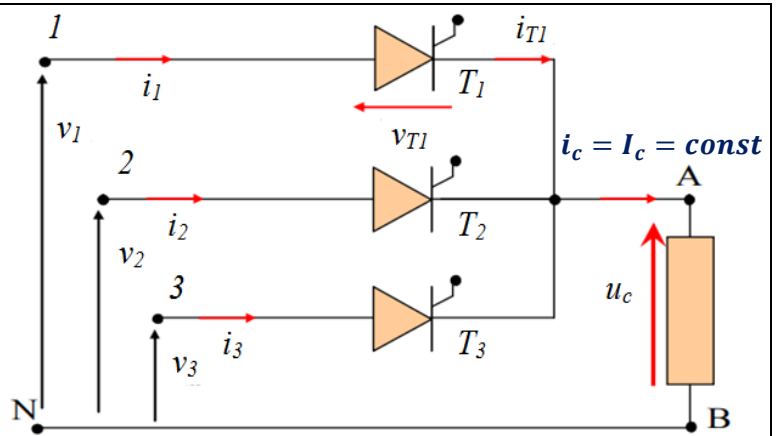
$$v_2 = V_M \cdot \sin(\theta - 120)$$

$$v_3 = V_M \cdot \sin(\theta - 240)$$

$$\text{avec } \theta = \omega \cdot t; \omega = 2 \cdot \pi \cdot f;$$

$$f = \frac{1}{T} = 50\text{Hz} \rightarrow T = 20\text{ms}, T = 2 \cdot \pi$$

$$V_M = V \cdot \sqrt{2}$$



Les thyristors sont débloqués avec un retard en angle de α , c'est à dire que des impulsions de déblocage sont envoyées sur les gâchettes des thyristors respectivement aux angles:

$$\text{Pour } th_1: \omega t = \left(\frac{\pi}{6} + \alpha\right) + 2k\pi$$

$$\text{Pour } th_2: \omega t = \left(\frac{5\pi}{6} + \alpha\right) + 2k\pi$$

$$\text{Pour } th_3: \omega t = \left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) + 2k\pi$$

b- Principe de fonctionnement

Les différentes phases de fonctionnement du montage sont alors décrites par le tableau suivant:

Intervalles	Thyristor passant	Tension redressée	Tensions aux bornes de T_1
$\frac{\pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{5\pi}{6} + \alpha$	T_1	$u_c = v_1$	$v_{T1} = 0$
$\frac{5\pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{3\pi}{2} + \alpha$	T_2	$u_c = v_2$	$v_1 - v_{T1} - u_c \Rightarrow v_{T1} = v_1 - u_c = v_1 - v_2 = u_{12}$
$\frac{3\pi}{2} + \alpha < \theta < \frac{13\pi}{6} + \alpha$	T_3	$u_c = v_3$	$v_1 - v_{T1} - u_c \Rightarrow v_{T1} = v_1 - u_c = v_1 - v_3 = u_{13}$

D'où u_c et i_c ont la même forme

c- Valeur moyenne de la tension u_c et du courant i_c

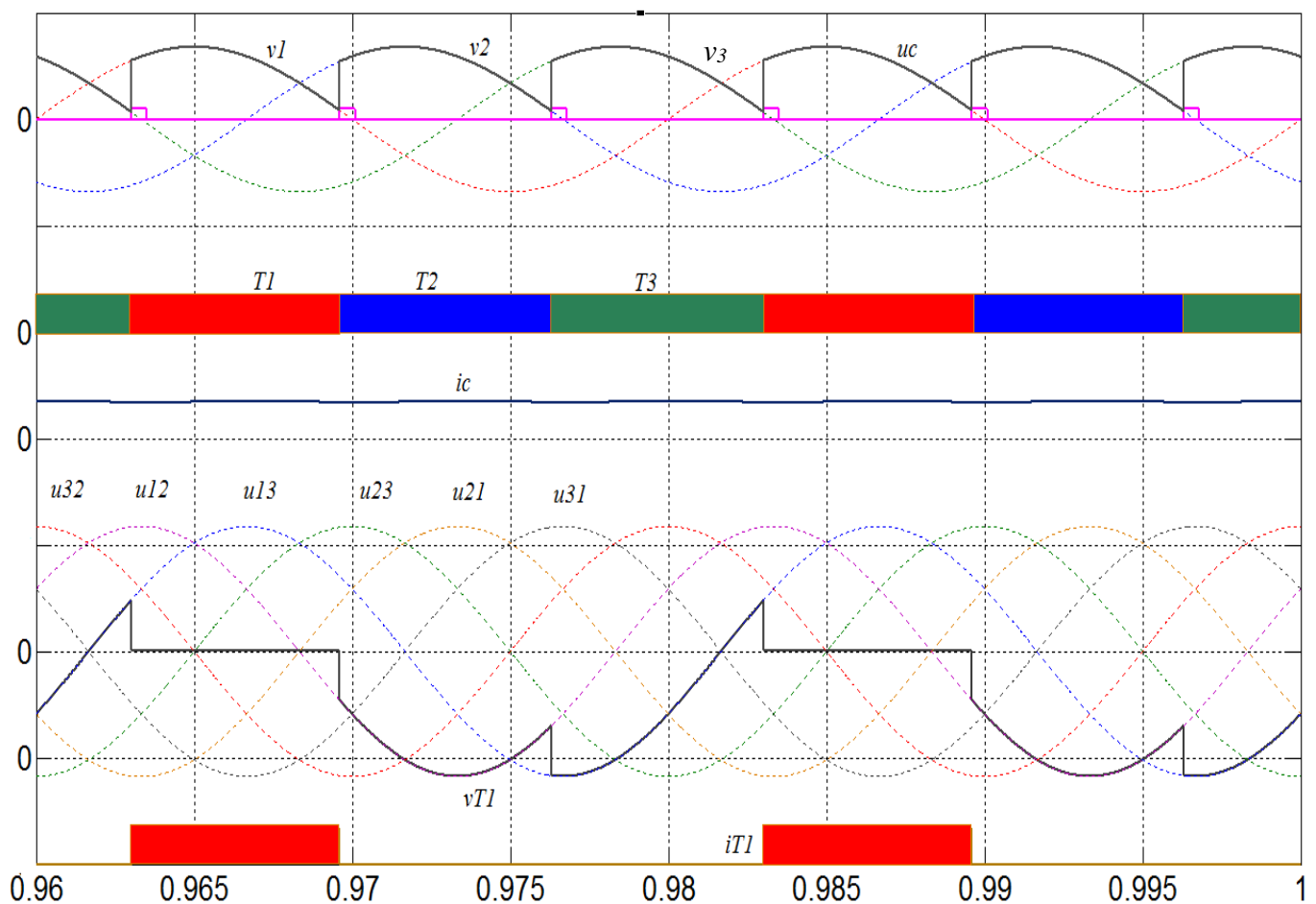
$$\langle u_c \rangle = \frac{3}{2 \cdot \pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} u_c \cdot d\theta = \frac{3}{2 \cdot \pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} V_M \cdot \sin\theta \cdot d\theta = \frac{3 \cdot V_M}{2 \cdot \pi} [-\cos\theta]_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot V_M}{2 \cdot \pi} \cos\alpha$$

- La valeur moyenne de la tension de sortie est positive et dépend des paramètres de la tension et de α .
- La tension maximale à supporter par le thyristor en inverse est:

$$V_{Tmax} = -\sqrt{3} \cdot V_M$$

$$\langle i_c \rangle = I_c$$

$$\langle i_1 \rangle = \langle i_{T1} \rangle = \frac{I_c}{3}$$



Rappelons que le retard à l'amorçage α est compris dans l'intervalle $[0, \pi[$. Deux cas sont à considérer:

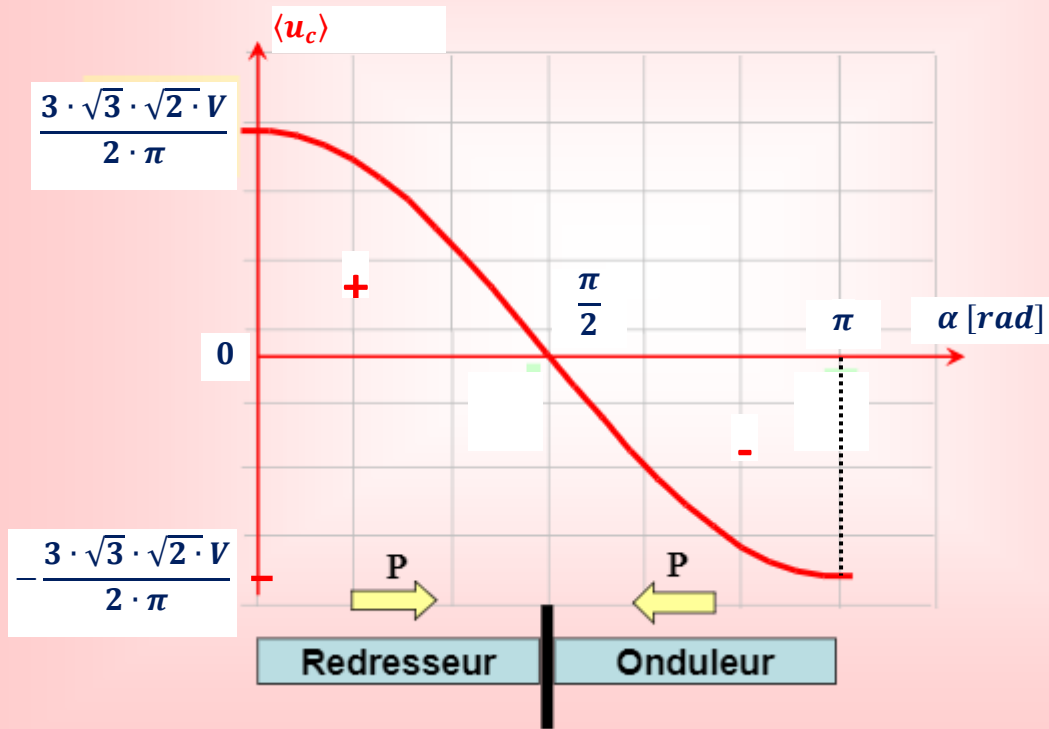
- $\alpha \leq \frac{\pi}{2}$, la valeur moyenne de la tension redressée est positive, il en est donc de même pour la puissance active fournie par le réseau au récepteur ($P = \langle u_c \rangle \cdot I_c$); le transfert de puissance se fait du côté alternatif vers le côté continu, le système fonctionne en **redresseur**.

- $\alpha > \frac{\pi}{2}$, la valeur moyenne de la tension redressée est négative ainsi donc que la puissance active; le transfert de puissance se fait du côté continu vers le côté alternatif, le système fonctionne en **onduleur** ou redresseur inversé. Le réseau continu néanmoins à imposer la fréquence et à fournir de la puissance réactive, d'où la précision parfois ajoutée dans la dénomination d'onduleur **non-autonome**.

d- Caractéristique de réglage

Caractéristique de réglage

$$\langle u_c \rangle = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V}{2 \cdot \pi} \cdot \cos \alpha$$



5-2- Redressement double alternances commandé par thyristor

5-2-1- redresseur en pont sur une charge fortement inductive $L \gg R$

a- Montage

$$v_1 = V_M \cdot \sin \theta$$

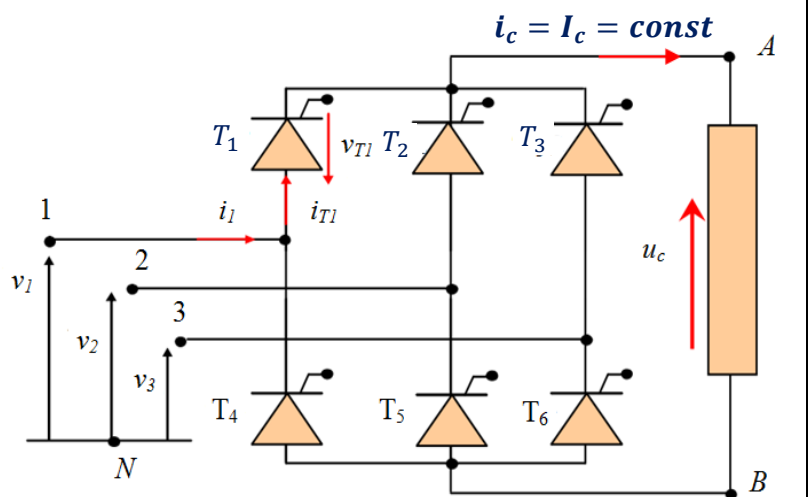
$$v_2 = V_M \cdot \sin(\theta - 120)$$

$$v_3 = V_M \cdot \sin(\theta - 240)$$

$$\text{avec } \theta = \omega \cdot t; \omega = 2 \cdot \pi \cdot f;$$

$$f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz} \rightarrow T = 20 \text{ ms}, T = 2 \cdot \pi$$

$$V_M = V \cdot \sqrt{2}$$



b- Principe de fonctionnement

Les trois thyristors T_1, T_2, T_3 , forment un commutateur plus positif, qui laisse passer à tout instant la plus positive des tensions, et les thyristors T_4, T_5, T_6 , forment un commutateur plus négatif, qui laisse passer la plus négative des tensions. La tension redressée est à tout instant la différence entre ces deux tensions, soit :

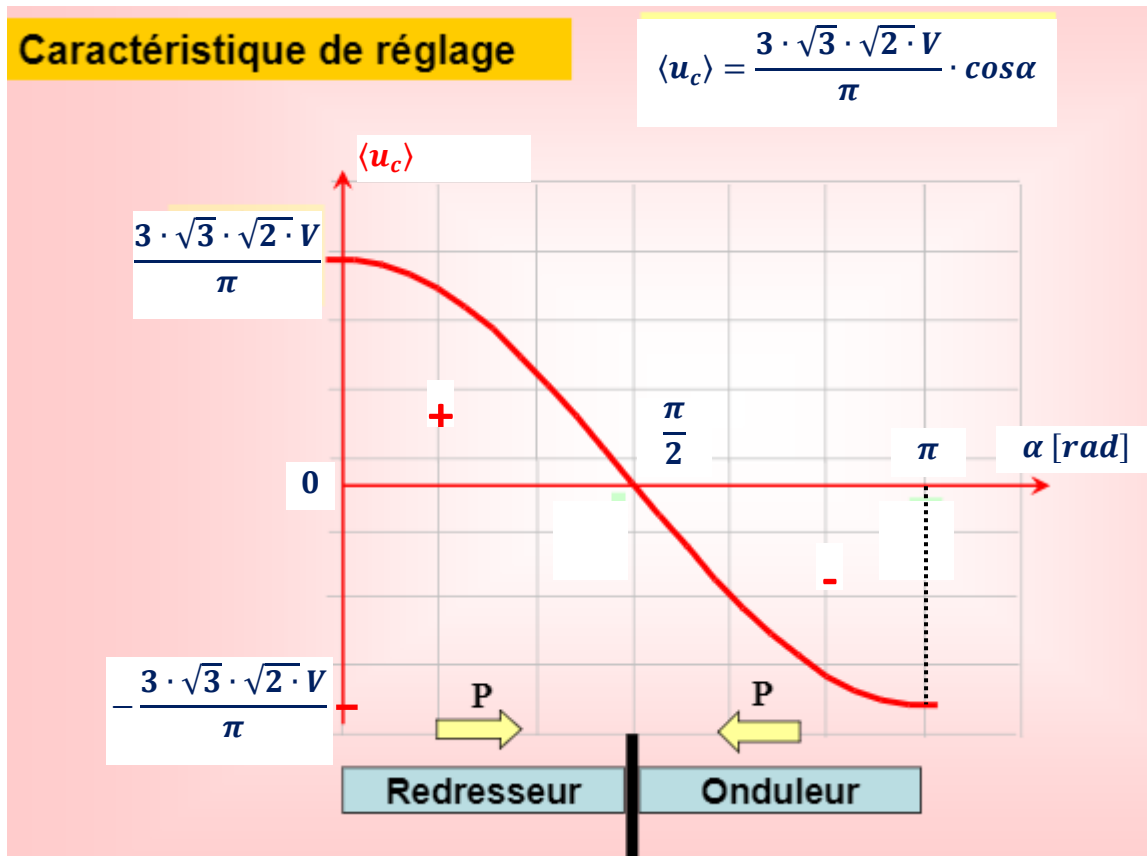
Les différentes phases de fonctionnement du montage sont alors décrites par le tableau suivant:

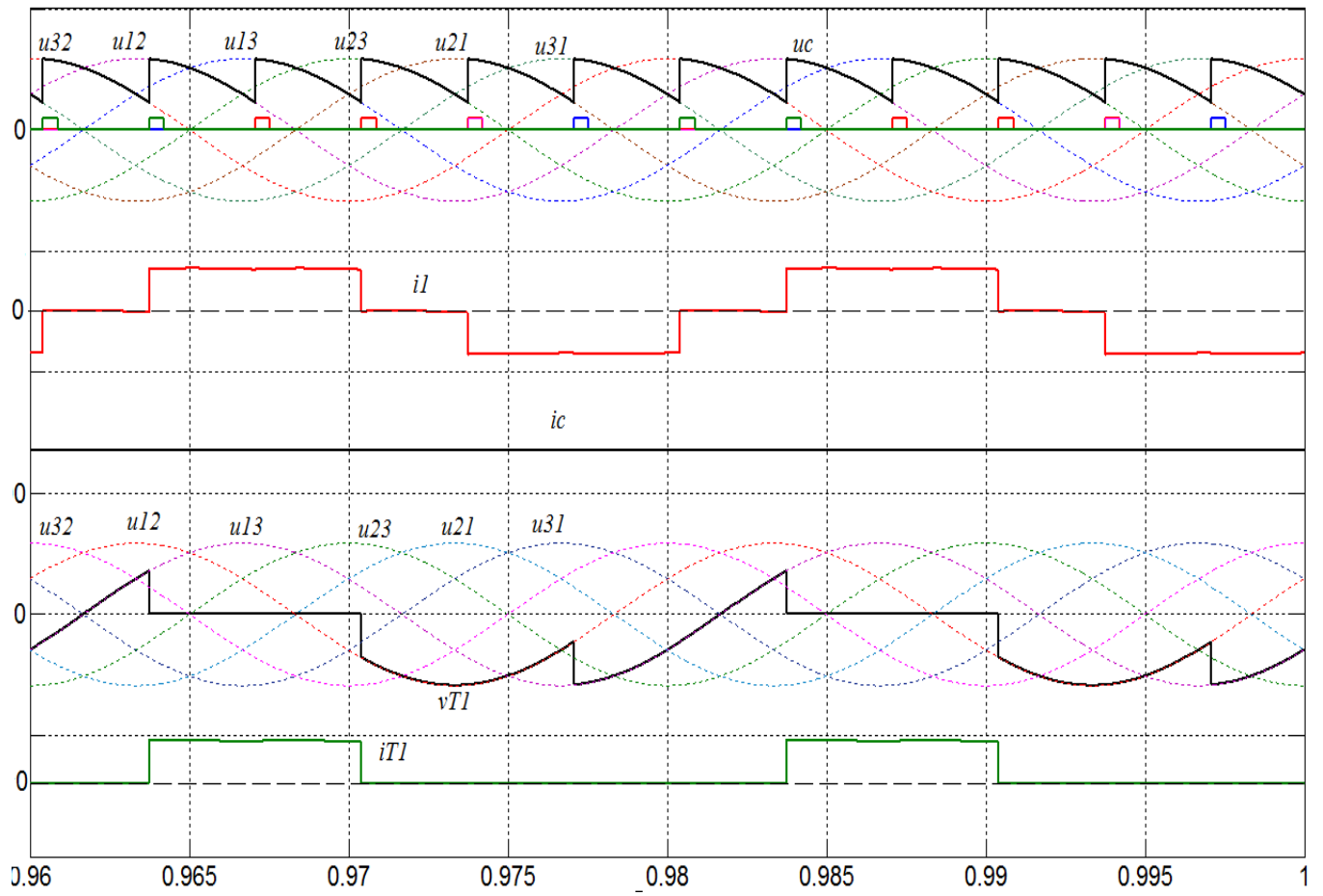
Intervalles	Thyristors passants	Tension redressée	Tensions aux bornes du Thyristor T_1 ,
$\frac{\pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{\pi}{2} + \alpha$	T_1, T_5	$u_c = v_1 - v_2 = u_{12}$	$v_{T1} = 0$
$\frac{\pi}{2} + \alpha < \theta < \frac{5 \cdot \pi}{6} + \alpha$	T_1, T_6	$u_c = v_1 - v_3 = u_{13}$	$v_{T1} = 0$
$\frac{5 \cdot \pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{7 \cdot \pi}{6} + \alpha$	T_2, T_6	$u_c = v_2 - v_3 = u_{23}$	$v_{T1} = v_1 - v_2 = u_{12}$
$\frac{7 \cdot \pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{3 \cdot \pi}{2} + \alpha$	T_2, T_4	$u_c = v_2 - v_1 = u_{21}$	$v_{T1} = v_1 - v_2 = u_{12}$
$\frac{3 \cdot \pi}{2} + \alpha < \theta < \frac{11 \cdot \pi}{6} + \alpha$	T_3, T_4	$u_c = v_1 - v_2 = u_{31}$	$v_{T1} = v_1 - v_3 = u_{13}$
$\frac{11 \cdot \pi}{6} + \alpha < \theta < \frac{13 \cdot \pi}{6} + \alpha$	T_3, T_5	$u_c = v_1 - v_3 = u_{32}$	$v_{T1} = v_1 - v_3 = u_{13}$

c- Valeur moyenne de la tension v_c et du courant i_c

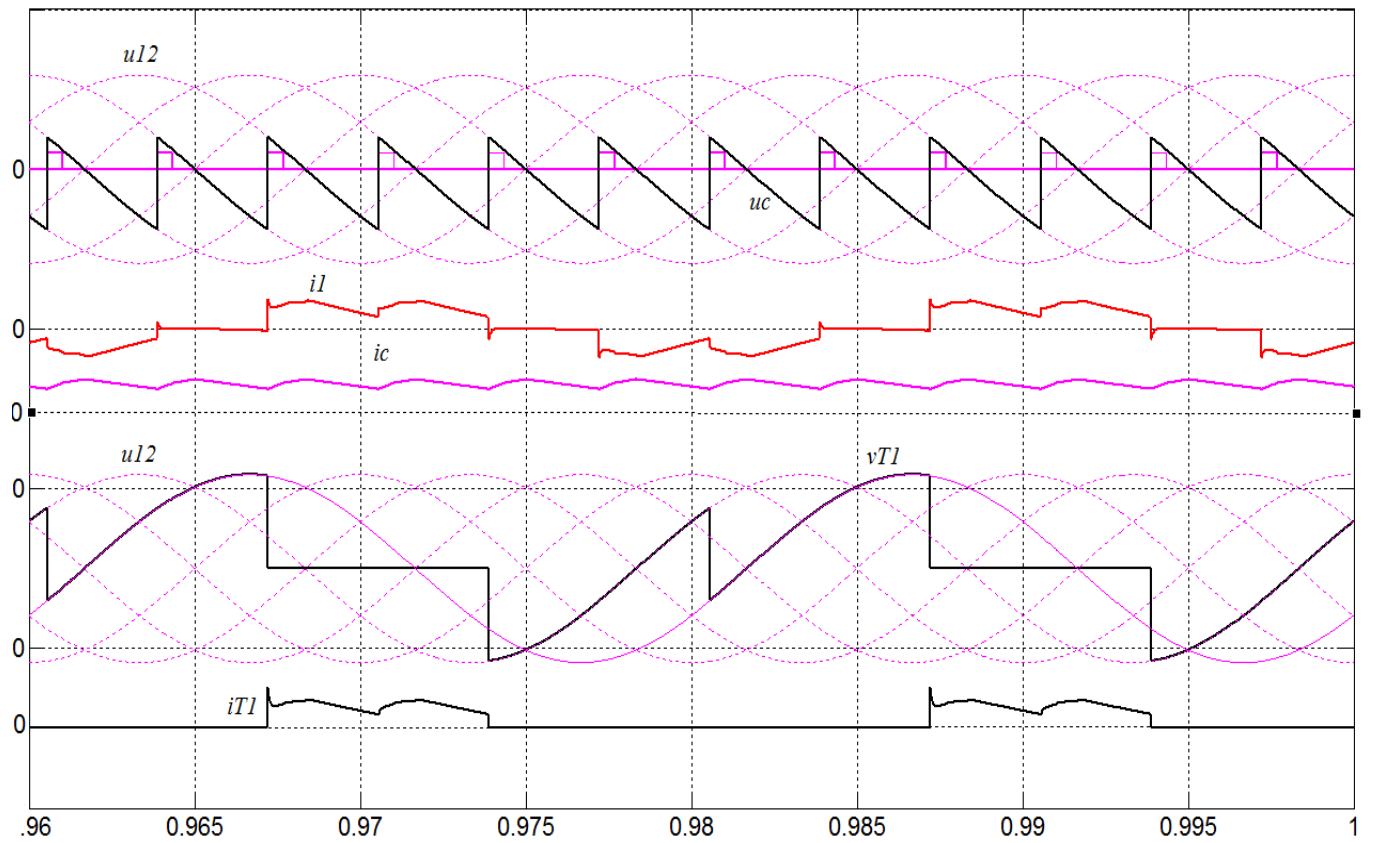
$$\begin{aligned}
 \langle u_c \rangle &= \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} u_c \cdot d\theta = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} V_M \cdot \left(\sin\theta - \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \right) \cdot d\theta \\
 &= \frac{3V_M}{\pi} \left\{ [-\cos\theta]_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} + \left[\cos\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \right]_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} \right\} = \frac{3\sqrt{3}V_M}{\pi} \cos\alpha \\
 \langle i_c \rangle &= I_c \\
 \langle i_{T1} \rangle &= \frac{I_c}{3}
 \end{aligned}$$

d- Caractéristique de réglage





$$\alpha = 45^\circ \leq \frac{\pi}{2}$$



$$\alpha = 120^\circ > \frac{\pi}{2}$$