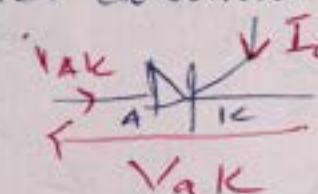


# Redressement monophasé Commandé

①

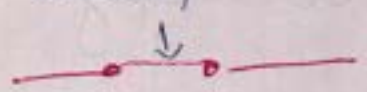
1) Définition = le redressement commandé est la conversion d'une tension  $v$  en une tension continue de valeur moyenne réglable.

2) thyristor : le thyristor est équivalent à un interrupteur unidirectionnel commandé à sa fermeture.

2-1 symbole  : il a 3 broches  
A = Anode  
K = Cathode  
G = Gâchette

2-2 : Amorçage

Pour amorcer un thyristor il faut :

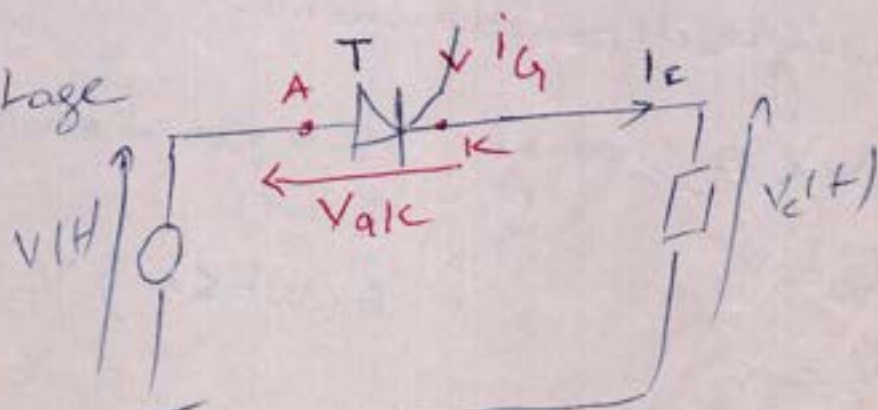
- la tension  $v_{AK}$  soit positive
  - un courant de gâchette suffisant (le temps que  $I_{AK}$  s'établisse)
- dans ce cas le thyristor se comporte comme un interrupteur fermé 

Pour bloquer le thyristor il faut annuler le courant  $i_{AK}$  ou appliquer une tension négative.

### 3) Redressement commandé mono alternatif

a) charge  $R$

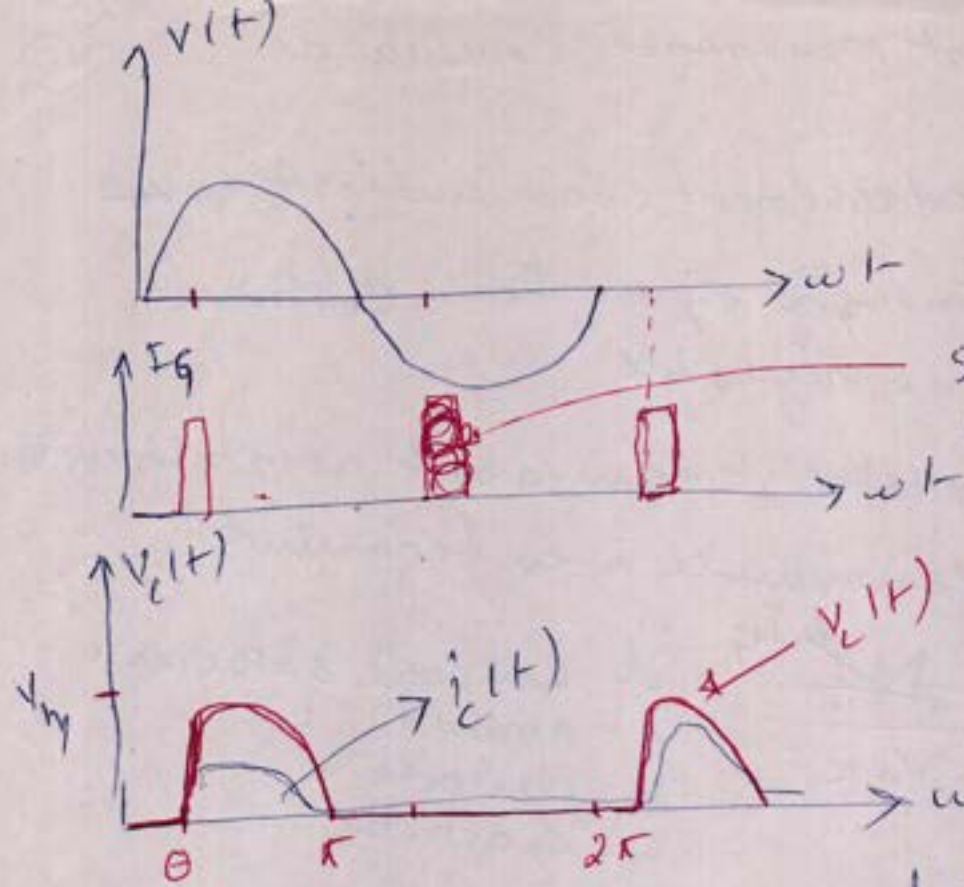
soit le montage



le thyristor est passant qu'à partir du moment

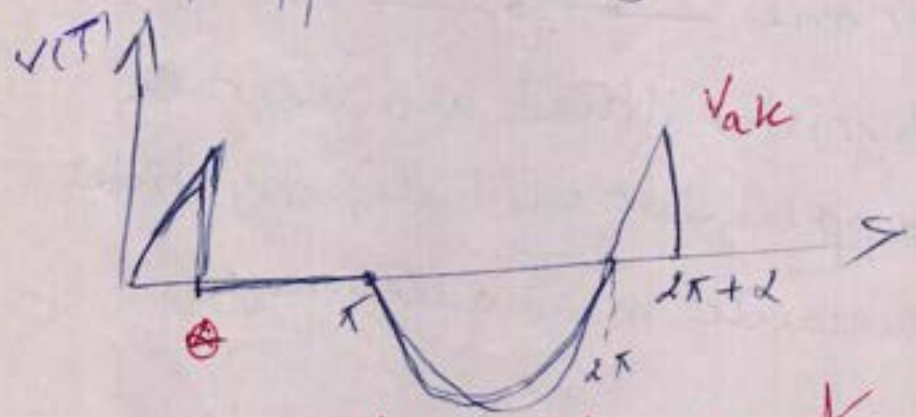
où l'on envoie le signal de gâchette et à la condition que  $v_{AK} > 0$

(2)



si l'on envie un courant de gâchette alors que la tension est négative, le thyristor reste bloqué.

l'amorçage s'effectue avec le retard  $\theta$   
 Après chaque début de période  $T$  (ici  $2\pi$ )  
 $\theta$  s'appelle l'angle de retard à l'amorçage



**b) analyse de fonctionnement**

- a)  $0 \leq \omega t < \theta$   $v > 0$  mais pas d'amorçage pour
- b)  $\theta \leq \omega t < \pi$   $\left\{ \begin{array}{l} V_T = 0 \\ V_C = V \\ I_C = V_C / R = V / R \end{array} \right.$
- c)  $\pi \leq \omega t < 2\pi + \theta$   $\left\{ \begin{array}{l} V_C = 0, I_C = 0, V_T = V \end{array} \right.$

### b) analyse de fonctionnement

pour  $0 \leq \omega t < \pi \rightarrow v(t) > 0$

• pas d'impulsion sur la gâchette :

~~$v_c = 0$  et  $i_c = 0$~~

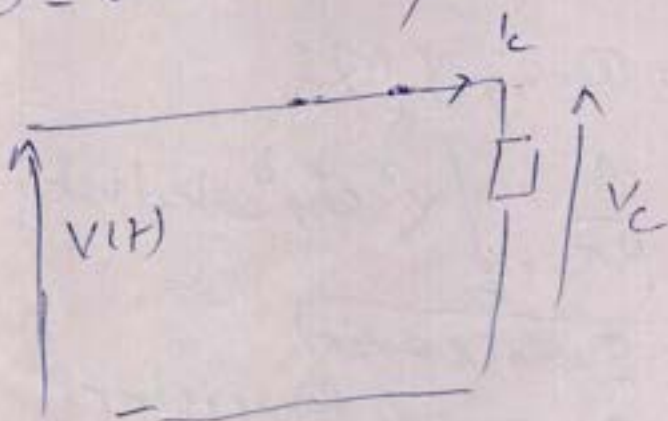
loi des mailles donne  $V - V_T - v_c = 0$

$\Rightarrow V_T = V - v_c \Rightarrow V > 0$

donc le thyristor est susceptible d'être

amorcé.

$\theta = \omega t$  le thyristor est amorcé



$V_T = 0$

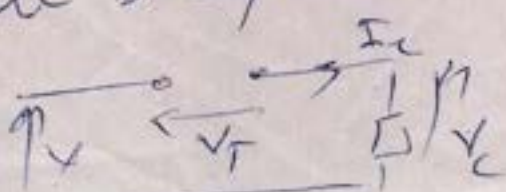
$v_c = V$

$i_c = \frac{v_c}{R} = \frac{V}{R}$

à  $\theta = \pi$  le courant s'annule et le thyristor se bloque

$\pi \leq \omega t \leq 2\pi \rightarrow v < 0$

même si l'on envoie un courant de gâchette alors que la tension est négative, le thyristor reste bloqué.



$V_T = V$

$v_c = 0, i_c = 0$

## 4) grandeurs caractéristiques

1) valeur moyenne de la tension  $v_c(t)$

$$V_c(t) = \frac{1}{T} \int_0^T v_c(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t)$$

$$= \frac{V_m}{2\pi} \left[ -\cos \omega t \right]_0^{\pi} = \frac{1}{2\pi} (1 + \cos \theta)$$

$$= V_m \frac{1 + \cos \theta}{2\pi} = \frac{V_m}{\pi} \left( \frac{1 + \cos \theta}{2} \right)$$

2) valeur efficace de la tension  $v_c(t)$ :

$$V_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T v_c^2(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t$$

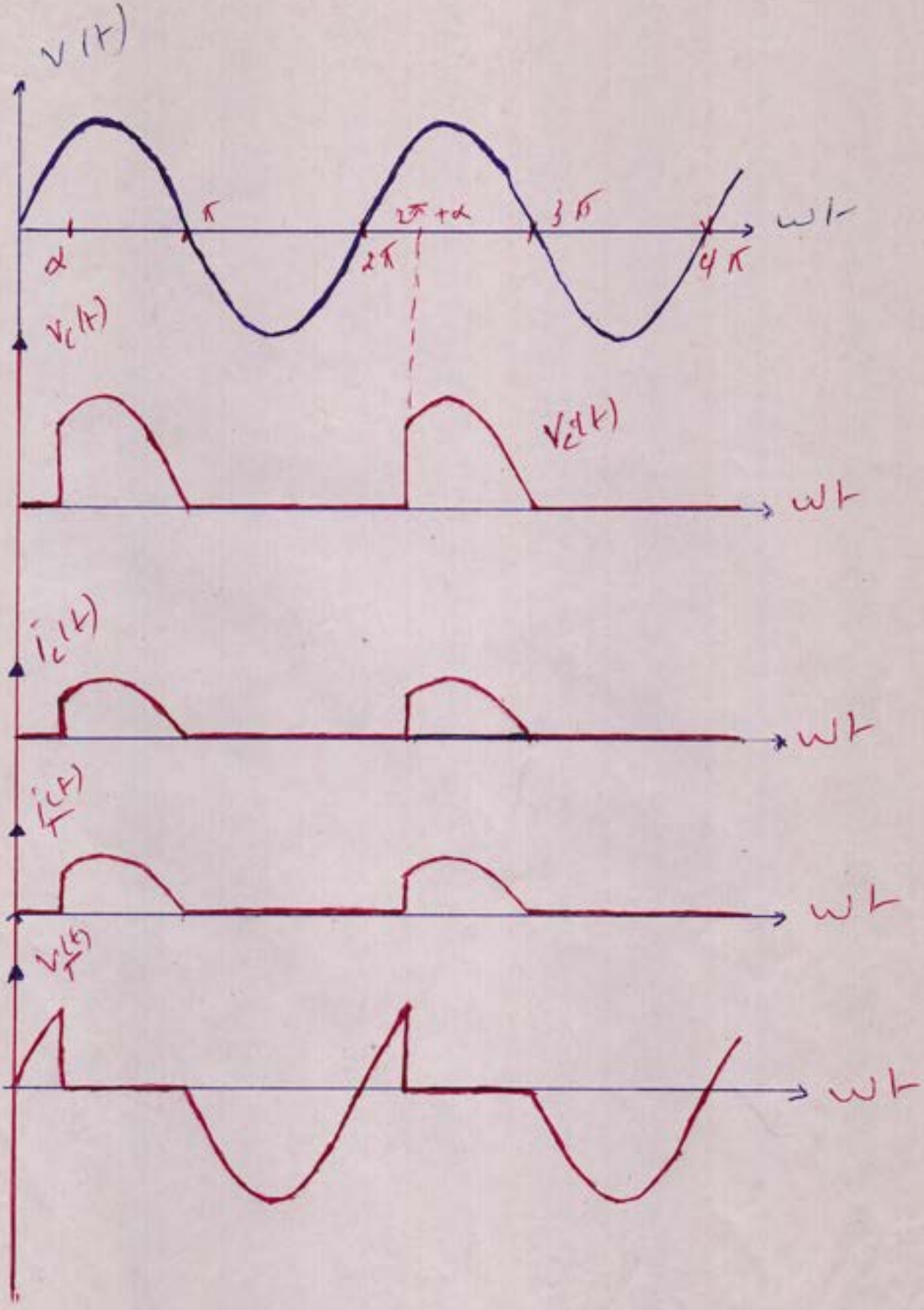
$$V_{eff} = \frac{V_m}{2} \sqrt{1 - \frac{\theta}{\pi} + \sin(2\theta/\pi)}$$

3) Tension maximale supportée par le thyristor

$$V_{Tmax} = V_m = V_{eff} \sqrt{2}$$

4) Taux d'ondulation et facteur d'ondulation

c) Oscillogramme

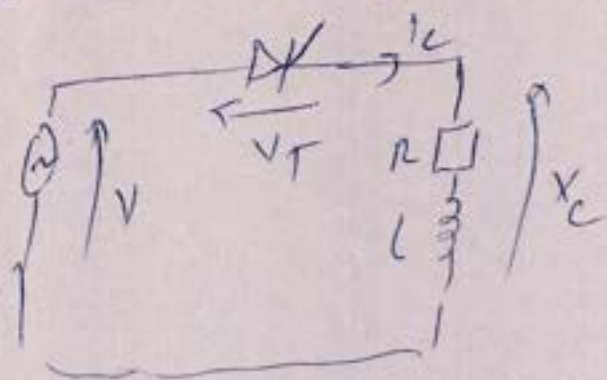


# Charge RL

la converti, AC-CC

(1)

soit le montage



a) analyse de fonctionnement

pour i

1)  $0 \leq \omega t < \theta$   $V > 0$  mais pas de courant sur la  
gâchette de T,  $i_c = 0$ ,  $V_c = 0$ ,  $V_T = V$

2)  $\theta \leq \omega t \leq \theta_{ext}$   $V > 0$  avec  $\theta_{ext} > \pi$

$$V_T = 0, \quad V_c = V = Ri_c + L \frac{di_c}{dt}$$

3)  $\theta_{ext} \leq \omega t < 2\pi + \theta$   $V < 0$ , H bloqué  $\left. \begin{array}{l} i_c = 0 \\ V_c = 0 \\ V_T = V \end{array} \right\}$

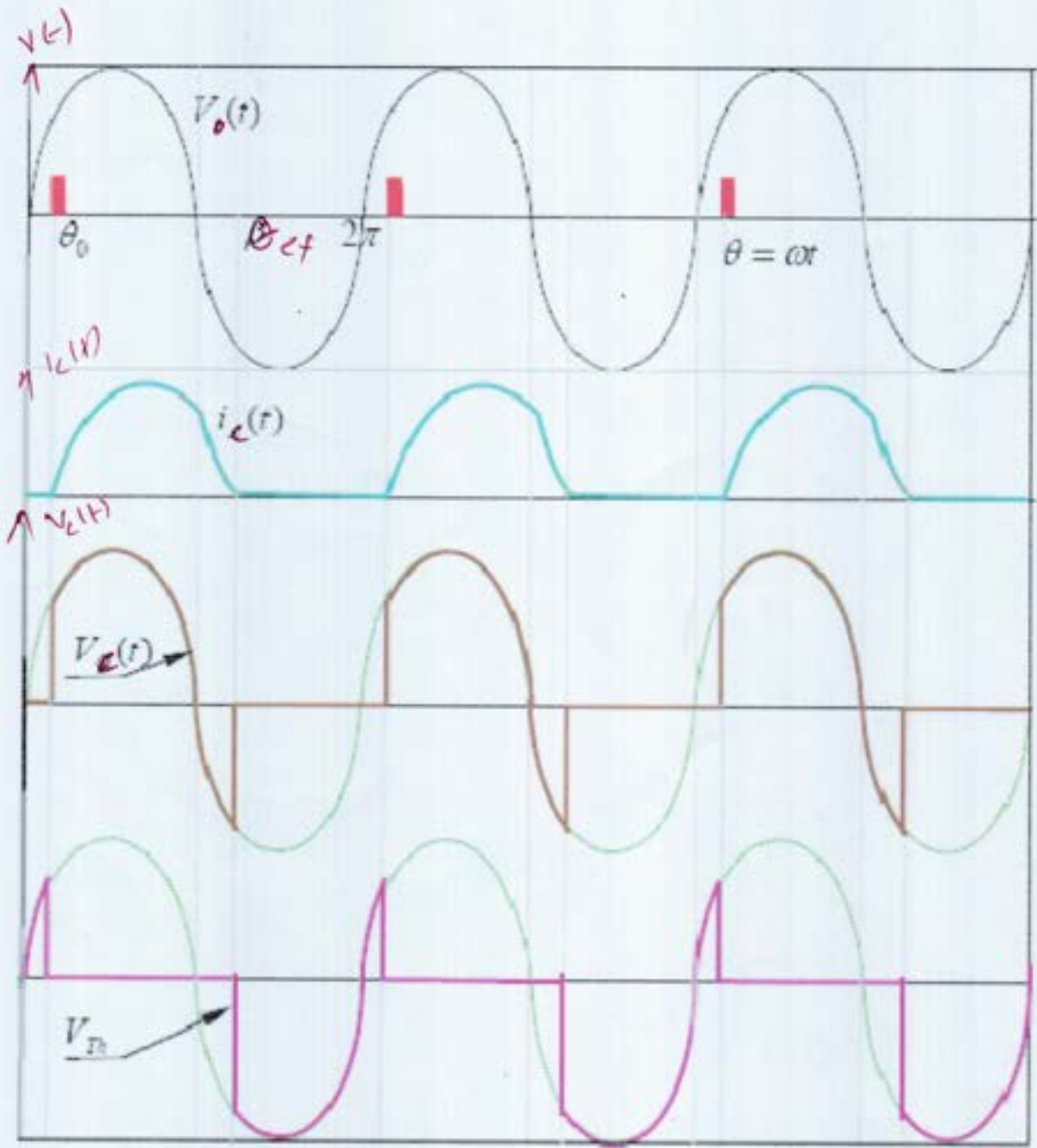
b) la valeur de la tension redressée  $V_{cmg}$   
moyenne

$$V_{cmg} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_c(t) dt$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{\theta}^{\theta_{ext}} V_m \sin \omega t d\omega t = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\theta}^{\theta_{ext}}$$

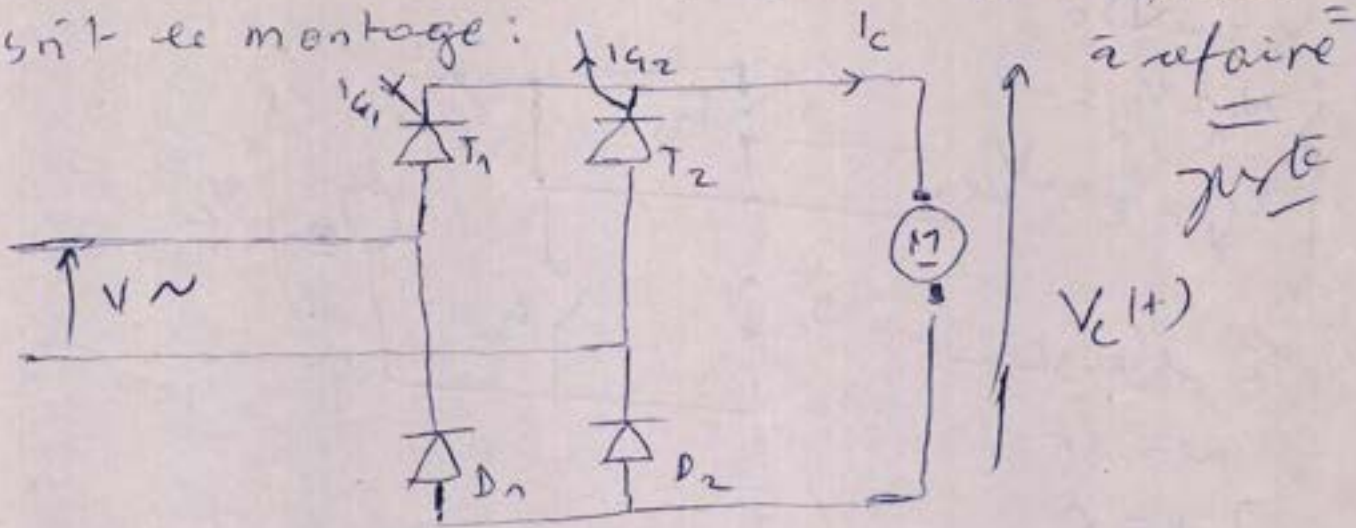
$$= \frac{V_m}{2\pi} (\cos \theta - \cos \theta_{ext})$$

Oscillogramme  
Charge RL thy



**pont mixte symétrique monophasé**  
 pont de thyristors monophasé ①  
 Fonction: -lower stat

soit le montage:

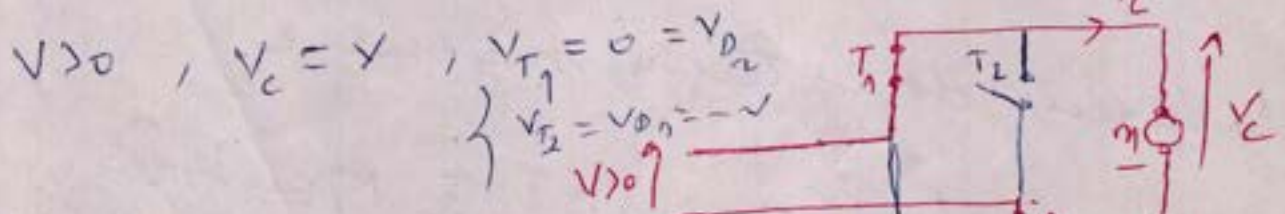


$M$ : la charge est un moteur à CC  $E_c$  (supposé constante).

NB: le circuit de commande des thyristors permet de régler l'angle de retard à l'amorçage  $\theta$ .

**1) analyse de fonctionnement.**

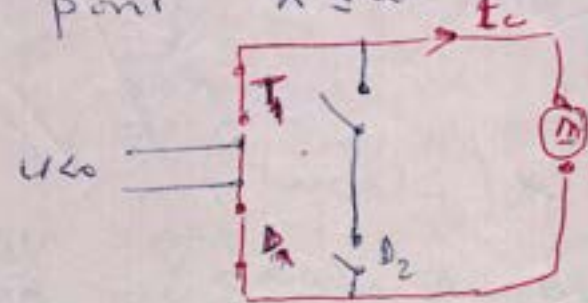
1 pour  $\theta \leq \omega t < \pi$  à  $\omega t = \theta$   $T_1$  est amorçé



2) à  $\omega t = \pi$   $V$  devient négative

$D_1$  se bloque et  $D_2$  devient conductrice

$V_c = 0$  pour  $\pi \leq \omega t < \pi + \theta$



c'est une phase de roue libre  
 la bobine du moteur se décharge.



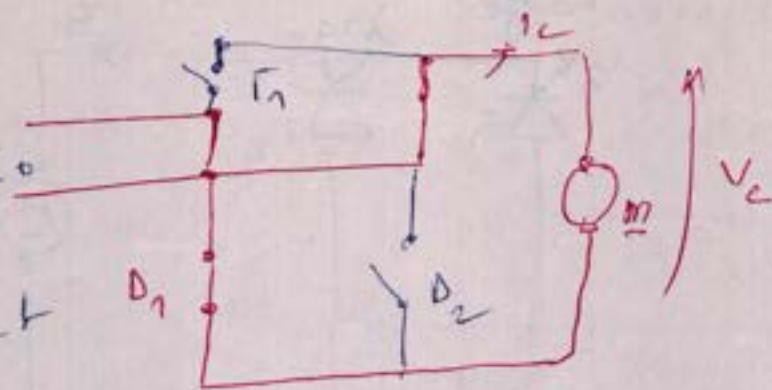
3) à l'instant  $\omega t = \theta + \pi$ ,  $T_2$  est amorcé

$$\theta + \pi \leq \omega t < 2\pi$$

$$V_c = -V > 0$$

$$V_{T_1} = V_{D_2} = -V$$

$$V_{D_1} = V_{T_2} = -V < 0$$

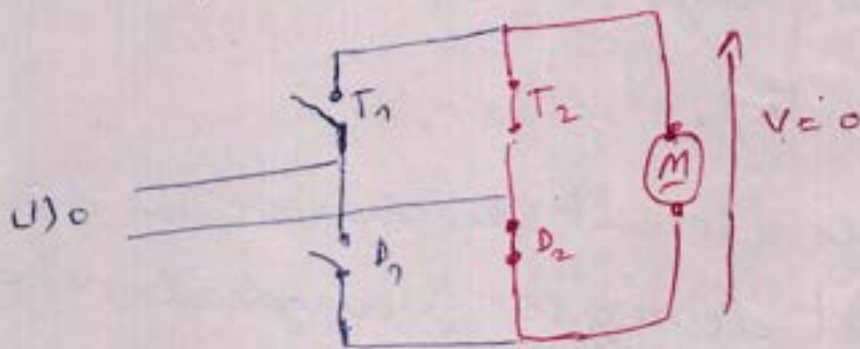


4) à l'instant

$$\omega = 2\pi$$

$$V = 0$$

$0 \leq \omega t < \theta$  phase de conduction libre



b) chronogramme

Voir page 3

c) la valeur de la tension moyenne.

$$V_{cmoy} = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \theta) \quad \text{à l'entrée plus apt}$$

$$V_{cmoy} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_{\theta}^{\pi} V_m \sin \omega t \, d\omega t + \int_{\pi}^{\pi+\theta} V_m \sin \omega t \, d\omega t \right]$$

$$= \frac{V_m}{2\pi} \left[ (-\cos \omega t) \Big|_{\theta}^{\pi} + (-\cos \omega t) \Big|_{\pi}^{\pi+\theta} \right] = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \theta)$$

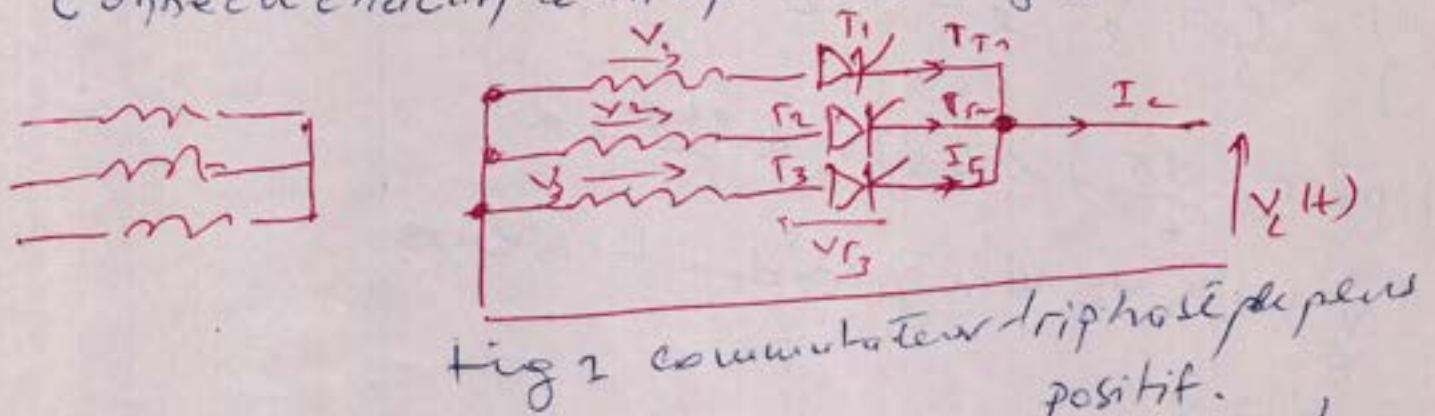
# Redressement triphasé commandé

## I. Montage P3 à thyristors

### a) schéma de principe

Le schéma de principe d'un montage redresseur P3 à thyristors est constitué de 03 trois thyristors,

Connecté chacun à une phase fig 1



↳ Thyristors sont débloqués avec un retard angulaire

### b) analyse de fonctionnement

↳ différentes phases de fonctionnement du montage sont :

1) pour :  $\frac{\pi}{6} + \theta \leq \omega t \leq \frac{5\pi}{6} + \alpha$   $V_1 > V_2 > V_3$  d'où

$$T_1 \text{ conduit } \begin{cases} V_{T_1} = 0 \\ V_c = V_1 \\ V_{T_2} = V_2 - V_1 = U_{21} \\ V_{T_3} = V_3 - V_1 = U_{31} \end{cases}$$

2) pour  $\frac{5\pi}{6} + \alpha \leq \omega t < \frac{3\pi}{2} + \alpha$

$V_2 > V_1 > V_3$  diode  $T_2$  conduit

$$\left\{ \begin{aligned} V_{T_2} &= 0 \\ V_c &= V_2 \\ V_{T_1} &= V_1 - V_2 = U_{12} \\ V_{T_3} &= V_3 - V_2 = U_{32} \end{aligned} \right.$$

3) pour  $\frac{3\pi}{6} + \alpha \leq \omega t < \frac{13\pi}{6} + \alpha$   
 $V_3 > V_1 > V_2$  diode  $T_3$  conduit alors

$$\left\{ \begin{aligned} V_{T_3} &= 0 \\ V_c &= V_3 \\ V_{T_2} &= V_2 - V_3 = U_{23} \\ V_{T_1} &= V_1 - V_3 = U_{13} \end{aligned} \right.$$

c) chronogramme  
 Voir schéma.

d)  $V_c$  vaut moyenne de la tension redressée

$$V_{c\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T v_c(t) dt = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} V_m \sin \omega t d\omega t$$

$$= \frac{3V_m}{2\pi} \left[ -\cos \omega t \right]_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} = \frac{3V_m}{2\pi} \left[ -\cos\left(\frac{5\pi}{6} + \alpha\right) + \cos\left(\frac{\pi}{6} + \alpha\right) \right]$$

$$= \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} \cos \alpha$$

$\alpha = 0$  cas 3 diodes  
 $V_{c\text{moy}} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}$

e) Tension maximale aux bornes de  $T_1$

$$V_{T_1} = \begin{cases} 0 & \frac{\pi}{6} + \alpha \leq \omega t < \frac{5\pi}{6} + \alpha \\ V_1 - V_2 = U_{12} & \frac{5\pi}{6} + \alpha \leq \omega t < \frac{9\pi}{6} + \alpha \\ V_1 - V_3 = U_{13} & \frac{9\pi}{6} + \alpha \leq \omega t < \frac{13\pi}{6} + \alpha \end{cases}$$

d'où l'allure est la suivante.

Remarque: théoriquement  $\alpha$  est compris dans l'intervalle  $[0, \pi)$

$$V_{c\text{mag}} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha$$

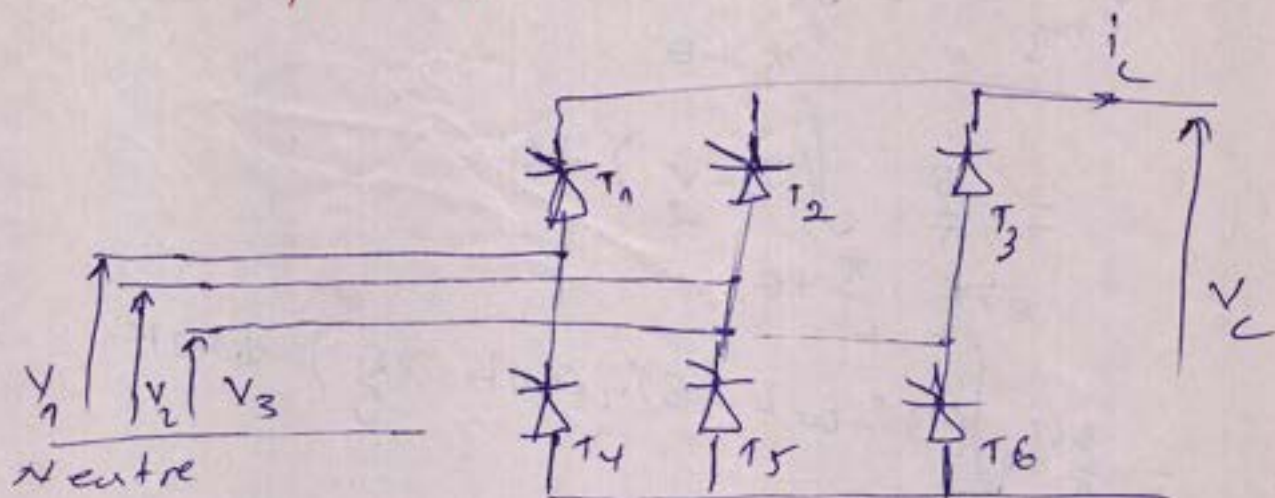
1)  $\alpha \leq \frac{\pi}{2}$   $V_{c\text{mag}} > 0$ , et  $I_c = I = \omega t > 0$   
 $P_a > 0$   $P_a = V_{c\text{mag}} \cdot I > 0$  le transfert de la puissance se fait du côté alternatif vers le côté continu, le système fonctionne en redresseur.

2)  $\alpha > \frac{\pi}{2}$ ,  $V_{c\text{mag}} < 0$ ,  $I_c = I = \omega t > 0$   
 $P_a = V_{c\text{mag}} \cdot I < 0$  le transfert de puissance se fait du côté continu vers le côté alternatif le système fonctionne en onduleur ou redresseur inversé (onduleur autonome)

7 montage PDB à thyristors  
pont de graëly triphasé

7

a) schéma de principe



$$\frac{T}{9} = |ci| = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

a) analyse de fonctionnement

by phase) de fonctionnement sur t

$$\text{pour : } 0 \leq \omega t < \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{6} + 0$$

$V_1$  est plus positive,  $V_2$  plus negative

d'où  $T_1$  et  $T_5$  est en conduction

$$V_c = V_1 - V_2 = U_{12} = -V_{T5} - V_2 + V_1 - V_{T1}$$

b) Valeur moyenne de la tension  $v_c$

$$V_{\text{cmoy}} = \frac{1}{T} \int_0^T v_c(t) dt$$

$$= \frac{3}{\pi} \int_{\theta + \frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{6} + \theta} (v_1 - v_2) dt$$

$$= \frac{3V_m}{\pi} \int_{\theta + \frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{6} + \theta} (\sin \omega t - \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})) d\omega t$$

$$= \frac{3V_m}{\pi} \int_{\theta + \frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{6} + \theta} 2 \sin \frac{\pi}{3} \cos(\omega t - \frac{\pi}{3}) d\omega t$$

$$= \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \int_A^B \cos(\omega t - \frac{\pi}{3}) d\omega t$$

$$= \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \left[ \sin(\omega t - \frac{\pi}{3}) \right]_{\frac{\pi}{6} + \theta}^{\frac{\pi}{2} + \theta}$$

$$= \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \omega \theta$$

NB  $\theta = 0$   $\omega \theta$  de  $\theta$

$$V_{\text{cmoy}} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}$$

### La tension redressée et tension inverse maximale

