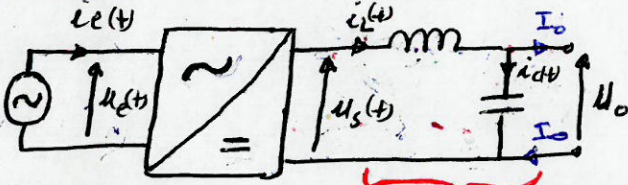


# Redresseur PD2, PD3

Programme TSI : PD2, PD3

⇒ symbole : Redresseur 2V

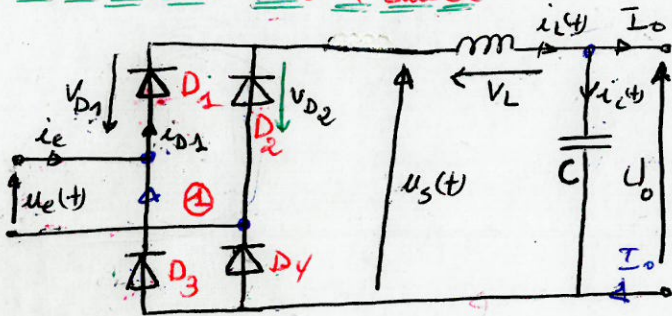


### Hypothèses

- la tension de sortie du filtre est continue
- le courant  $i_L(t) = I_0$ , constant et continu

filtre LC

## I - Redresseur PD2 à diode



### Le conduction des diodes

$u_e(t) > 0$	$u_e(t) < 0$	
$0 < t < T/2$	$T/2 < t < T$	Vefficace
D2 - D4	D2 - D3	

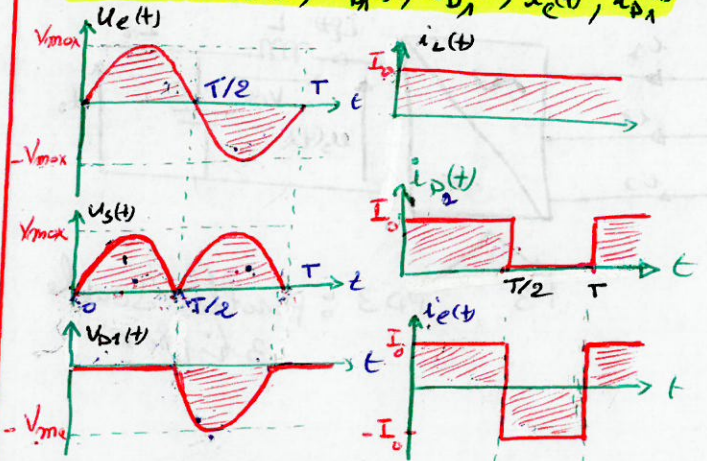
### La tension d'entrée

$$u_e(t) = V_{max} \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow \begin{cases} V_{max} = \sqrt{2} V \\ \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \\ f = 50 \text{ Hz} \end{cases}$$

### Expressions

$0 < t < T/2$	$T/2 < t < T$
<p>* tension <math>u_s(t)</math> <math>u_s(t) = u_e(t)</math></p> <p>* tension <math>v_{D1}(t)</math> <math>u_e(t) = v_{D1}(t) - v_{D2}(t)</math> <math>v_{D1}(t) = 0</math></p> <p>* courant <math>i_{D1}(t)</math> <math>i_{D1}(t) = i_L(t) = I_0</math></p> <p>* courant <math>i_e(t)</math> <math>i_e(t) = i_L(t) = I_0</math></p>	<p>* tension <math>u_s(t)</math> <math>u_s(t) = -u_e(t)</math></p> <p>* tension <math>v_{D1}(t)</math> <math>u_e(t) = v_{D1}(t) - v_{D2}(t)</math> <math>v_{D2} = 0 \Rightarrow v_{D1}(t) = u_e(t)</math></p> <p>* courant <math>i_{D1}(t)</math> <math>i_{D1}(t) = 0</math></p> <p>* courant <math>i_e(t)</math> <math>i_e(t) = -i_L(t) = -I_0</math></p>

### \* Allure : $u_s(t), v_{D1}(t), i_{D1}(t), i_e(t), i_L(t)$



### \* Les valeurs moyennes

#### • la valeur moyenne de sortie

$$\langle u_s(t) \rangle = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_{max} \sin \theta d\theta = \frac{V_{max}}{\pi} [\cos \theta]_{\pi}^0$$

$$\Rightarrow \langle u_s(t) \rangle = \frac{2 V_{max}}{\pi} = \frac{2\sqrt{2} V}{\pi}$$

#### • la valeur de tension $v_{D1}(t)$

$$\langle v_{D1}(t) \rangle = \frac{1}{2\pi} \int_{\pi}^{2\pi} V_{max} \sin \theta d\theta = \frac{V_{max}}{2\pi} [\cos \theta]_{\pi}^{2\pi}$$

$$\Rightarrow \langle v_{D1}(t) \rangle = -\frac{V_{max}}{\pi}$$

#### • la valeur moyenne de $i_{D1}(t)$

$$\langle i_{D1}(t) \rangle = \frac{T/2 \times I_0}{T} \Rightarrow \langle i_{D1}(t) \rangle = \frac{I_0}{2}$$

#### • la valeur efficace $i_e(t)$

$$I_e^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i_e^2(t) dt \Rightarrow I_e = I_0$$

### \* Facteur de puissance côté Réseau

$$f_p = \frac{P_e}{S}$$

$\begin{cases} P_e = P_s = \langle u_s(t) \cdot i_L(t) \rangle \\ = \langle u_s(t) \rangle I_0 = \frac{2\sqrt{2} V_{max} I_0}{\pi} \\ S = V \cdot I_e = V \cdot I_0 \end{cases}$

$\downarrow P_p = P_{e/s} = 0$   
 $S = \frac{2\sqrt{2} V I_0}{\pi}$

$$\Rightarrow f_p = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0,90$$

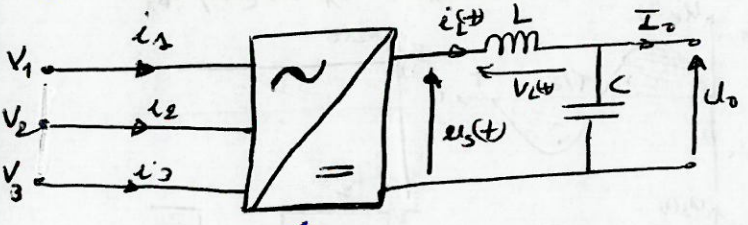
### \* Reduit en suppl

- $u_s(t) = v_L(t) + U_0 \Rightarrow \langle u_s(t) \rangle = \langle v_L(t) \rangle + U_0$   
 $\Rightarrow U_0 = \langle u_s(t) \rangle = \frac{2\sqrt{2} V_{max}}{\pi}$
- $i_L(t) = i_c(t) + I_0 \Rightarrow \langle i_L(t) \rangle = \langle i_c(t) \rangle + I_0$   
 $\Rightarrow I_0 = I_0$



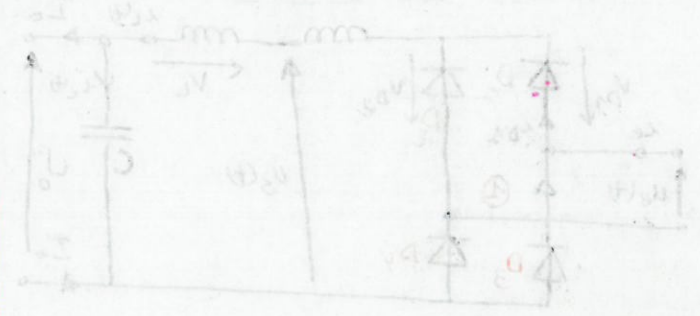
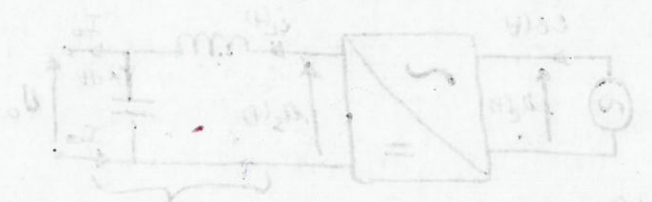
# II. Redresseur 3r: PD3 à diode

symbole



P3 PD3 = parallèle double 3 phases

*[Faint handwritten notes and equations, including:  $I_o = \frac{1}{T} \int i_o dt$ ,  $U_o = \frac{1}{T} \int u_o dt$ , and various trigonometric identities.]*



$0 < t < T/6$	D1 - D2
$T/6 < t < T/3$	D2 - D3

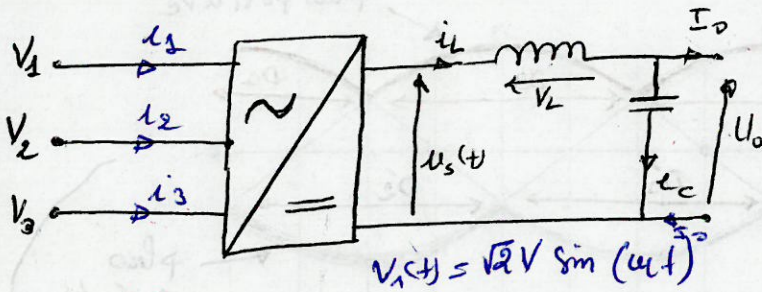
*[Faint handwritten notes and equations, including:  $U_o = \frac{1}{T} \int u_o dt$ ,  $I_o = \frac{1}{T} \int i_o dt$ , and  $U_o = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_m \cos \alpha$ .]*

$0 < t < T/6$	$i_{D1} = I_m \sin(\omega t)$ $i_{D2} = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$ $i_{D3} = 0$
$T/6 < t < T/3$	$i_{D1} = 0$ $i_{D2} = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$ $i_{D3} = I_m \sin(\omega t)$



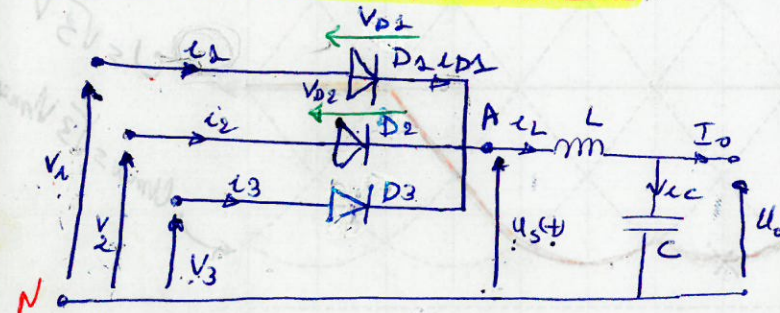
# Redresseurs triphasés : P3

symbole :



\* Hypothèses : ① ⇒ sans du filtre  $u_0 = u_L$   
 ② ⇒  $i_L(t) = I_0 = \text{cte}$

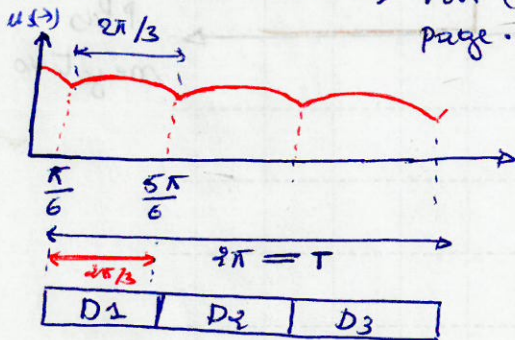
\* Redresseur P3 : le plus positive



\* la conduction des diodes :

- $V_1 > V_2$  et  $V_2 > V_3 \Rightarrow D_1$  conduction
- $V_2 > V_1$  et  $V_2 > V_3 \Rightarrow D_2$  conduction
- $V_3 > V_1$  et  $V_3 > V_2 \Rightarrow D_3$  conduction

• l'allure de  $u_s(t) \Rightarrow$  voir l'annexe du page.



\* la valeur moyenne de  $u_s(t)$

$$\langle u_s(t) \rangle = \frac{1}{2\pi/3} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} V_{\text{max}} \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{3V_{\text{max}}}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sin \theta d\theta = \frac{3V_{\text{max}}}{2\pi} [\cos \theta]_{\pi/6}^{5\pi/6}$$

$$\langle u_s(t) \rangle = \frac{3\sqrt{3} V_{\text{max}}}{2\pi}$$

• l'allure de  $i_L(t)$  :  $i_L(t) = i_{D1} = I_0$  lorsque  $D_1$  conduction  $\Rightarrow$  voir Annexe page

\* la valeur moyenne de  $i_L(t)$

$$\langle i_L(t) \rangle = \frac{\text{surface}}{T} = \frac{\frac{2\pi}{3} \times I_0}{2\pi} \Rightarrow \boxed{I_{L \text{ moy}} = \frac{I_0}{3}}$$

\* Valeur efficace de  $i_L(t)$

$$I_{L \text{ eff}}^2 = \langle i_L(t)^2 \rangle \Rightarrow \boxed{I_{L \text{ eff}} = I_0 \sqrt{\frac{1}{3}}}$$

\* la tension au bornes de D1

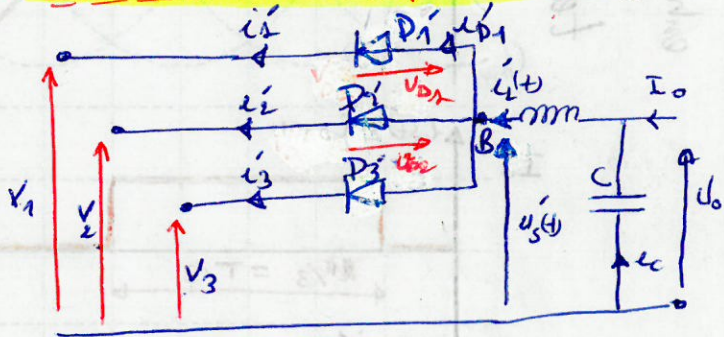
- $D_1$  passant  $\Rightarrow V_{D1} = 0$
- $D_2$  passant  $\Rightarrow V_{D1} = V_1 - V_2 = u_{12}$
- $D_3$  passant  $\Rightarrow V_{D1} = V_1 - V_3 = u_{13}$

voir l'allure  $\Rightarrow$  Annexe  $V_{\text{REN}} = U_{\text{max}} = \sqrt{2}\sqrt{3}V$

\* facteur de puissance  $f_p$

$$f_p = \frac{P}{S} = \frac{\langle u_s(t) \rangle \cdot I_0}{3V \cdot I_{L \text{ eff}}} = \frac{3\sqrt{2}}{2\pi} = 0,67$$

\* Redresseur P3 : le plus négative



\* la conduction des diodes

- $V_1 < V_2$  et  $V_1 < V_3 \Rightarrow D_1'$  passant
- $V_2 < V_1$  et  $V_2 < V_3 \Rightarrow D_2'$  passant
- $V_3 < V_1$  et  $V_3 < V_2 \Rightarrow D_3'$  passant

• expressions :

• tension  $u_{D1}$  :  $V_{D1} = 0$  si  $D_1$  passant  
 $V_{D1} = u_{12}$  si  $D_2$  passant  
 $V_{D1} = u_{13}$  si  $D_3$  passant  
 $i_L(t) = I_0$  si  $D_1$  passant et  $i_L(t) = 0$  si  $D_2$  et  $D_3$  passants

\* la valeur moyenne

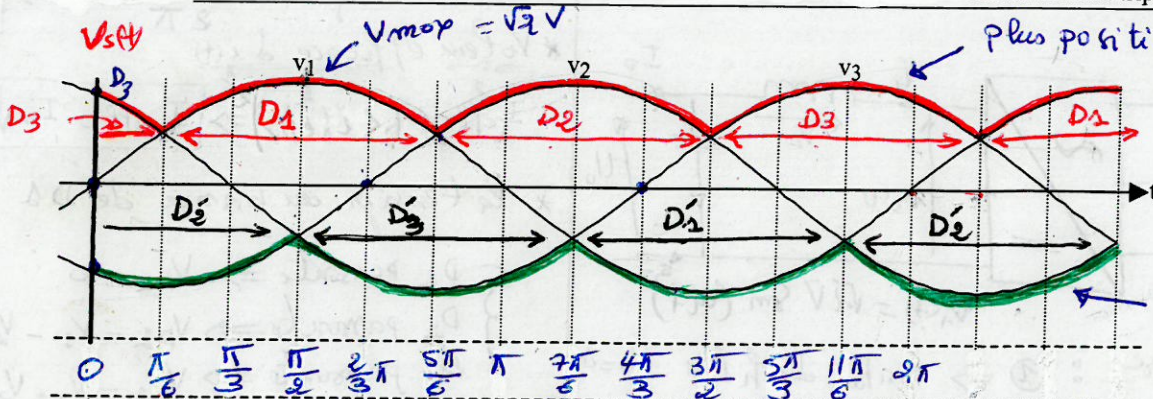
$$\langle u_s(t) \rangle = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} V_{\text{max}} \sin(\theta) d\theta$$

$$\Rightarrow \boxed{\langle u_s(t) \rangle = -\frac{3\sqrt{3} V_{\text{max}}}{2\pi}}$$



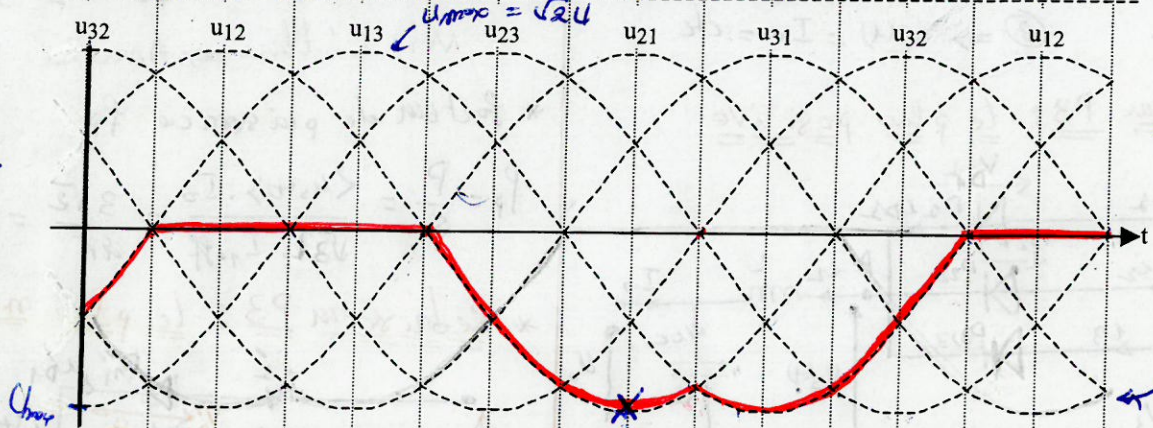
Redressement triphasé

entre phases et neutro  
↑  
tensions simples

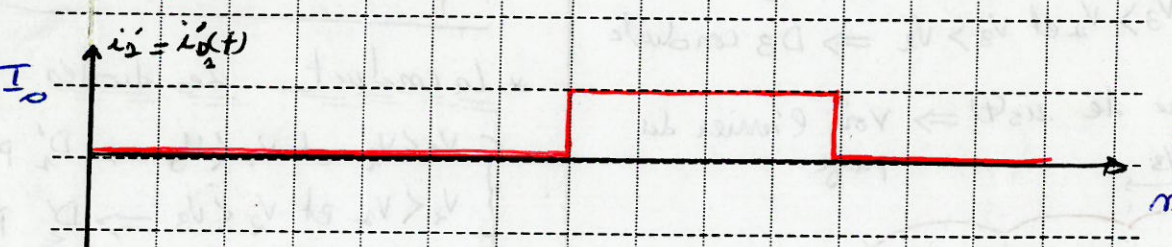
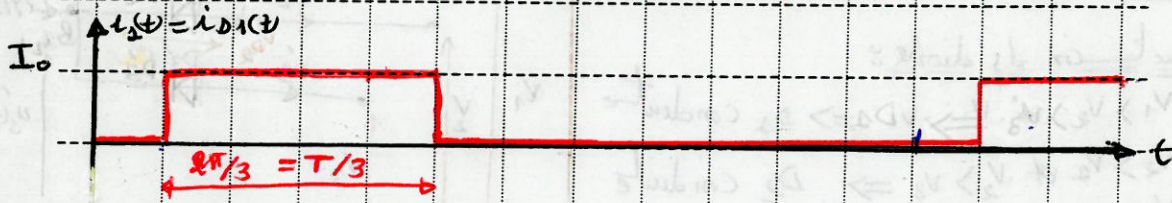


plus positive  
↓  
plus négative

entre phases et phase  
↑  
tensions composées



$U = \sqrt{3}V$   
 $U_{max} = \sqrt{3}V_{max}$

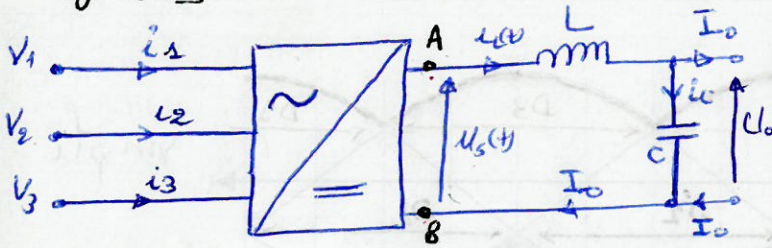


$$\langle V_{mop} \rangle = - \langle V_{mon} \rangle$$



# Redresseur PDB (2xP3)

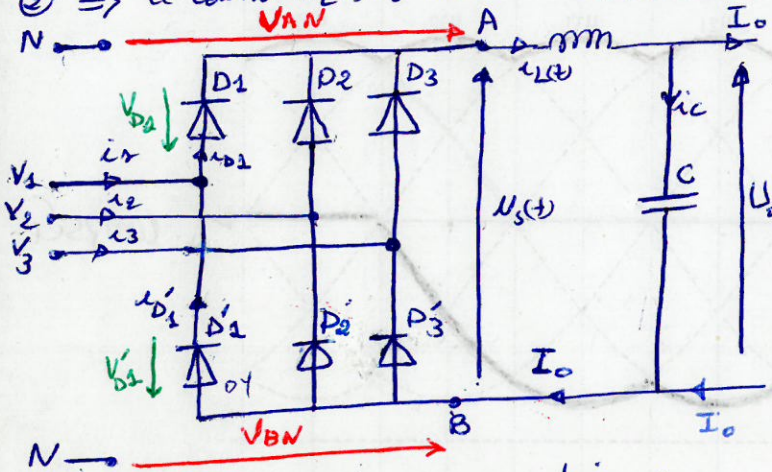
\* symbole



\* Hypothèse

① ⇒ sortie du filtre LC :  $u_0(t) = U_0$

② ⇒ le courant  $i_L(t)$  est continu ⇒  $i_L(t) = I_0$



un Redresseur PDB est l'association du Redresseur le plus positif de sortie UAN et Redresseur le plus négatif de sortie UBN

⇒  $u_s(t) = V_{AN}(t) - V_{BN}(t)$

\* la valeur moyenne de  $u_s(t)$

Méthode : • tracer de l'allure de VAN et VBN ①

• calcul  $\langle V_{AN} \rangle$  et  $\langle V_{BN} \rangle$  ②

• Après  $\langle u_s \rangle = \langle V_{AN} \rangle - \langle V_{BN} \rangle$

mais cela montre que pour P3 que

$\langle V_{BN} \rangle = -\langle V_{AN} \rangle \Rightarrow \langle u_s(t) \rangle = 2 \langle V_{AN} \rangle$

⇒  $\langle V_{AN} \rangle = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} V_{max} \cos(\theta) d\theta = \frac{3\sqrt{3} V_{max}}{2\pi}$

d'où :  $\langle u_s \rangle = 2 \langle V_{AN} \rangle \Rightarrow \langle u_s \rangle = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_{max}$

le courant  $i_{D1}$

$i_{D1} = i_L = I_0$  si  $D_1$  passant et égal à 0 lorsqu'elle est bloquée  $i_{D1} = 0$

\* le courant  $i_{D1}(t)$

$i_{D1}(t) = I_0$  si  $D_1$  passant

$i_{D1}(t) = 0$  si  $D_1$  bloquée

\* le courant de ligne  $i_L$

$i_L = i_{D1} - i_{D4}$

\* la tension  $V_{D1}$

$V_{D1} = 0$  si  $D_1$  passant

$V_{D1} = V_1 - V_2 = U_{12}$  si  $D_2$  passant

$V_{D1} = V_1 - V_3 = U_{13}$  si  $D_3$  passant

• la valeur efficace du courant en ligne

$I_{eff}^2 = \langle i_L^2(t) \rangle = 2 \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{I_0^2}{2\pi}$

↳  $I_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_0$

\* facteur de puissance  $f_p$

$f_p = \frac{P}{S} = \frac{\langle u_s \rangle \cdot I_0}{3V \cdot I_{eff}} = \frac{3\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} V \cdot I_0}{\pi \cdot 3V \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} I_0}$

⇒  $f_p = \frac{3}{\pi} = 0,95$

\* la valeur moyenne du courant  $i_{D1}$

$\langle i_{D1} \rangle = \frac{2\pi/3 \cdot I_0}{2\pi} \Rightarrow \langle i_{D1} \rangle = \frac{I_0}{3}$

\* la tension maximal supportée par  $D_1$

$V_{D1}^{max} = U_{max} = \sqrt{2} U = \sqrt{2} \sqrt{3} V$

↳  $V_{D1}^{max} = \sqrt{6} V$

\* Critère de choix ds diode

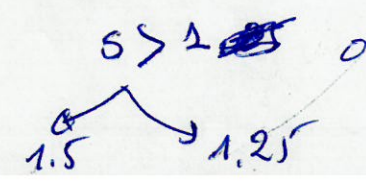
→ tension inverse répétitive maximale

$V_{RRM} \geq s \cdot U \sqrt{2}$

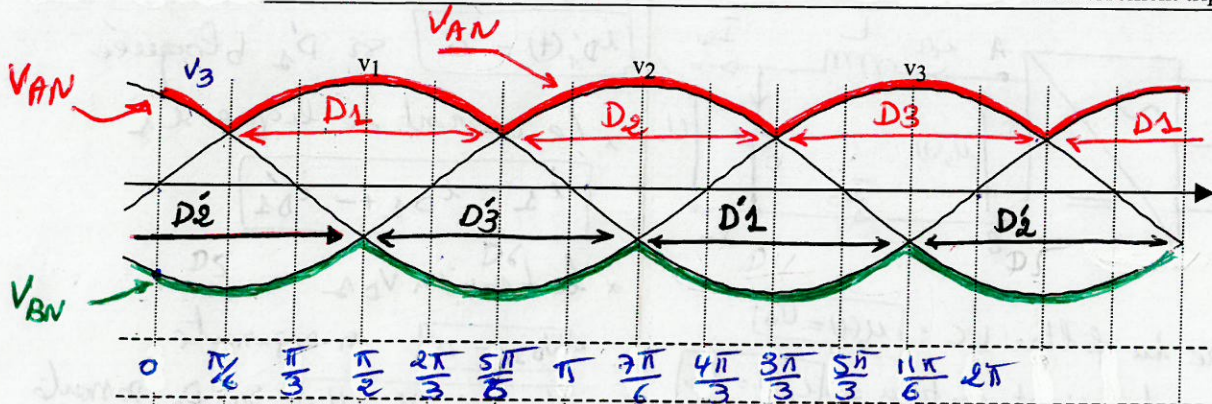
→ courant direct moyen maximal

$I_F \geq s \cdot \langle i_{D1} \rangle \Rightarrow I_F \geq s \cdot \frac{I_0}{3}$

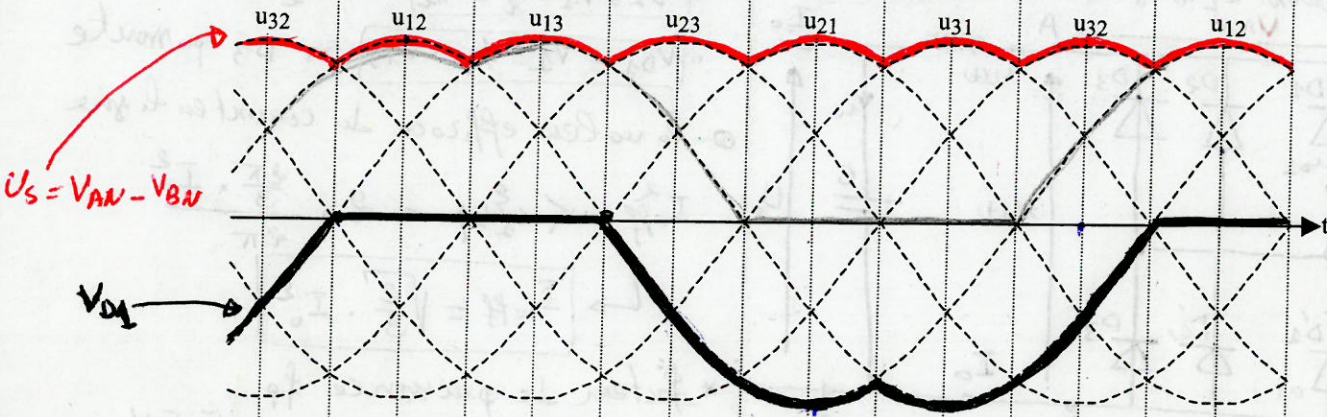
si coefficient de sécurité



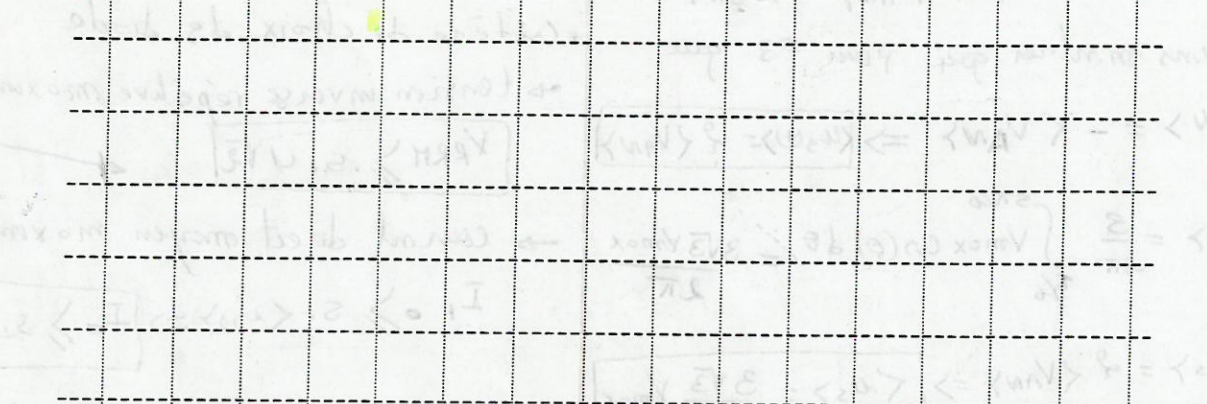
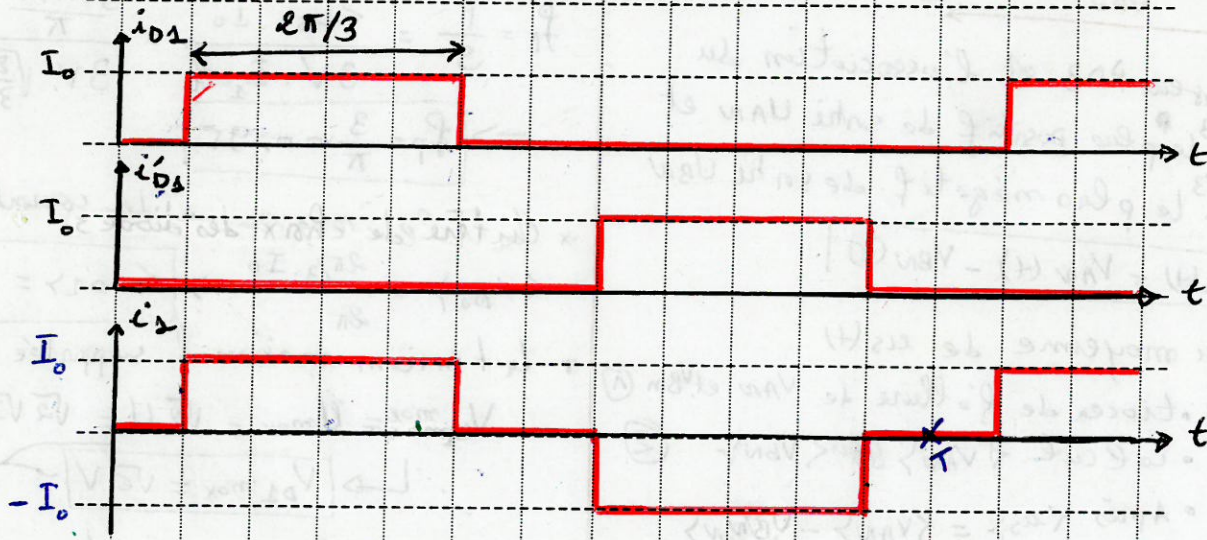




simple



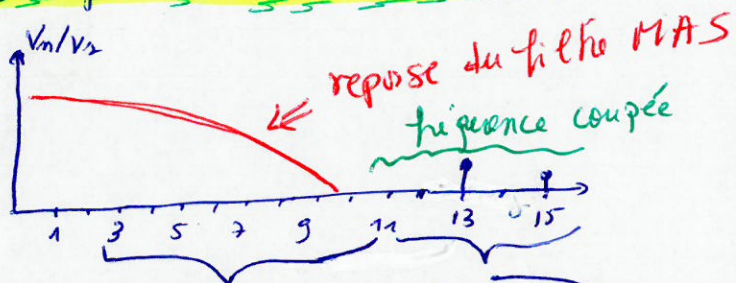
composée





B.9 / l'harmonique de plus proche  
 d'après le spectre présente en anneau  
 et l'harmonique de rang  $n = 19$   
 dans l'utilité <sup>de ce type de commande</sup> et de supprimer  
 les harmoniques les plus proches  
 et gênants, donc ce qui revient  
 le filtrage de l'harmonique en haut fréquence  
 simple par la machine asynchrone lui  
 même (la machine a un comportement  
 d'un filtre passe bas)

### Principe de MLI colorée



Les harmoniques proches  
 du fondamental sont  
 éliminés par MLI

$$n = \{1, 2, 3, \dots, 10\}$$

les harmoniques  
 les plus gênants

Les harmoniques  
 de fréquence  
 élevée sont  
 éliminés par  
 nature car  
 le MAS a  
 un comportement  
 d'un filtre passe  
 bas.