



**TP N° 02: Commande scalaire (tension/fréquence) de la machine asynchrone**

**Objectif du TP:**

Le but de ce travail pratique est de simuler l'onduleur triphasé commandé par la technique MLI associé à une charge RL ainsi que la simulation d'un moteur asynchrone associé audit onduleur.

Grâce à cette association, nous verrons l'effet de la variation des paramètres de control (fréquence, tension ) du moteur asynchrone ainsi que son importance pour la commande scalaire (V/f) du moteur.

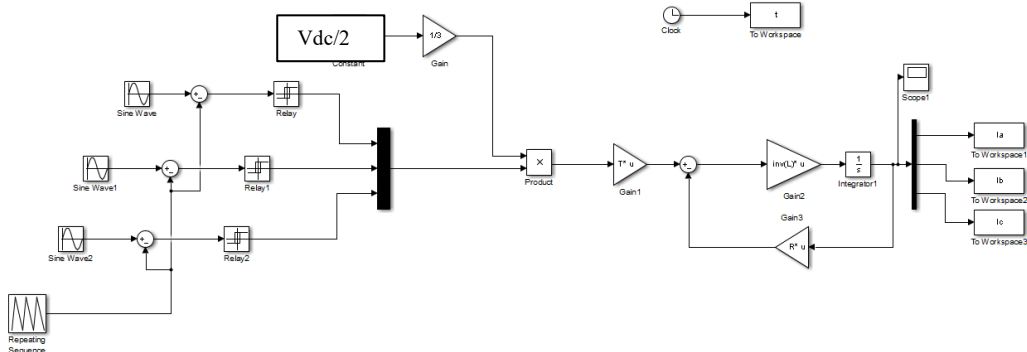
**1- Modélisation et Simulation d'un onduleur triphasé avec une charge RL**

- **Modélisation d'un onduleur triphasé avec une charge RL**

Modèle onduleur triphasé	Modèle charge RL triphasé
$\begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix} = \frac{V_{dc}}{2} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ -\frac{1}{3} & \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & -\frac{1}{3} & \frac{2}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} V_{an} \\ V_{bn} \\ V_{cn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & 0 & 0 \\ 0 & R & 0 \\ 0 & 0 & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L & 0 & 0 \\ 0 & L & 0 \\ 0 & 0 & L \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix}$

- **Simulation l'association onduleur- charge RL**

Dans la figure ci-dessous, nous avons la simulation de l'onduleur triphasé contrôlé par la technique MLI sinusoïdale avec une charge RL selon les modèles présentés précédemment



$$T = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}; f_{ref} = 100; f_p = 1000; V_{dc} = 300.$$

**Travail demandé**

- 1- Implémenter sur Simulink Matlab le schéma bloc de l'association onduleur avec une charge RL, sachant que  $R = 10\Omega$ ,  $L = 1 \text{ mH}$ , Fréquence de référence 50 Hz, Fréquence porteuse 1000Hz
- 2- Tracez l'allure de tension  $V_{an}$ ,  $V_{bn}$  et  $V_{cn}$  ainsi que l'allure de courant  $I_a$ ,  $I_b$  et  $I_c$
- 3- Variez la charge RL ( $R = 10$  et  $L = 100 \text{ mH}$ ) et répétez la simulation et voyez l'effet de cette variation sur la tension et le courant.
- 4- Répétez la simulation pour la fréquence porteuse  $f_p = 1 \text{ KHz}$  et  $f_p = 2 \text{ KHz}$ . Puis comparez avec les résultats précédents. Que remarquez-vous?

## 2- Modélisation de la machine Asynchrone

Equation électrique de Modèle de Park	Equation magnétique	Equations mécaniques
$\begin{cases} V_{ds} = R_s I_{ds} + \frac{d\phi_{ds}}{dt} - \omega_s \phi_{qs} \\ V_{qs} = R_s I_{qs} + \frac{d\phi_{qs}}{dt} + \omega_s \phi_{ds} \end{cases}$ $\begin{cases} R_r I_{dr} + \frac{d\phi_{dr}}{dt} - (\omega_s - \omega) \phi_{qr} = 0 \\ R_r I_{qr} + \frac{d\phi_{qr}}{dt} + (\omega_s - \omega) \phi_{dr} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \phi_{ds} = L_s I_{ds} + M I_{dr} \\ \phi_{qs} = L_s I_{qs} + M I_{qr} \\ \phi_{dr} = L_r I_{dr} + M I_{ds} \\ \phi_{qr} = L_r I_{qr} + M I_{qs} \end{cases}$	$C_e = PM [I_{qs} I_{dr} - I_{ds} I_{qr}]$ $\frac{J d\omega}{P dt} = C_e - C_r - \frac{f}{P} \omega$ <p>J : Moment d'inertie du rotor; f: Coefficient de frottement visqueux; P : Nombre de paire de pôles; C<sub>e</sub>: Couple résistan</p>

### - Travail demandé

- 1- Présentez les équations de MAS sous forme Matricielle ;
- 2- Donnez un schéma-bloc pour ce modèle sous SIMULINK;
- 3- Implémenter sur Simulink Matlab le schéma bloc de l'association onduleur - moteur Asynchrone
- 4- Tracez l'allure des tensions, des courants et du couple électromagnétique avec les charges Cr=0 à t=[0s 3s] et Cr=5 Nm à t=[3s à 4s])

### 3- Commande Scalaire (V<sub>s</sub>/f) de la machine Asynchrone

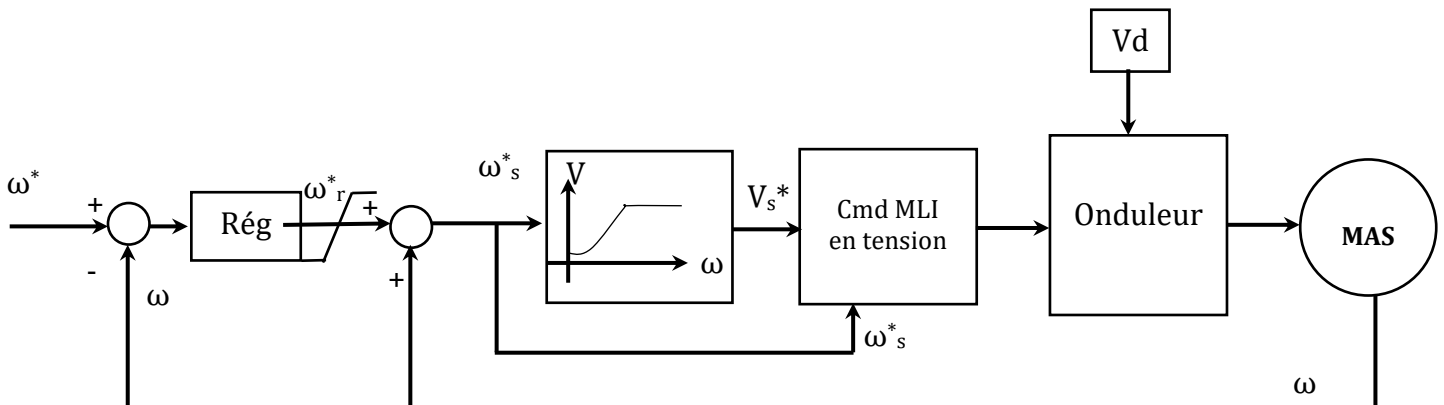
A partir de la formule de couple el le couple maximal on a  $(\frac{V_s}{\omega_s})$  est le facteur le plus important dans l'expression du couple critique. Par conséquent, pour faire varier la vitesse de la machine asynchrone avec les mêmes performances, il faut conserver le facteur  $\frac{V_s}{f} = cte$ .

Pour un moteur asynchrone le point de fonctionnement f=50 la tension 240 V.

- 1- Dessiner sur Matlab Simulink l'association onduleur triphasé et machine asynchrone à base V/f en boucle ouverte où la valeur maximale de la tension V<sub>max</sub>=600V et le scénario  $\omega^*s=2.\pi.25$  pour la période t=[0-2]s et  $\omega^*s=2.\pi.75$  pour la période de t=[2-4]s.
- 2- Présenter les résultats de la vitesse, couple, courant mesuré et la tension de commande?
- 3- Etablir sur Matlab Simulink la commande(V<sub>s</sub>/f) en boucle fermée à la base d'un régulateur PI suivant la figure ci-dessous et le scénario de vitesse référence  $\omega^* = 2.\pi.25$  pour la période t=[0-2]s et la vitesse ref  $\omega^* = 2.\pi.50$  pour la période de t=[2-4]s.
- 4- Présenter les résultats de la vitesse mesurée, couple, courant mesuré et la tension d'alimentation?

### Parameters

```
Rr=3.805;
J=0.031;
f=0;
p=2;
Rs=4.85;
M=0.258;
Ls=0.274;
Lr=0.274;
R=[Rs 0 0 0 ; 0 Rs 0 0 ; 0 0 Rr 0 ;
0 0 0 Rr];
L=[Ls 0 M 0 ; 0 Ls 0 M ; M 0 Lr 0 ;
0 M 0 Lr];
A1=[0 -Ls 0 -M; Ls 0 M 0 ; 0 0 0 0 ;
0 0 0 0];
A2=[0 0 0 0 ; 0 0 0 0; 0 -M 0 -Lr;
M 0 Lr 0 ];
T=[2 -1 -1;-1 2 -1;-1 -1 2];
fp=1000;
ctevf=240/(2*pi*50)
Vdc=300;
```



Commande scalaire en tension à base  $V_s^* = f(\omega_s^*)$  en boucle fermée