

## TP N°01 Simulation Numérique d'un Démarrage Direct d'un Moteur Asynchrone

### Objectif :

La première application, désormais classique, du modèle de Park est sa mise en œuvre dans la simulation numérique du démarrage direct sur un réseau triphasé équilibré de tensions sinusoïdales et de fréquence fixe. L'objectif de ce TP est de simuler le comportement d'un moteur asynchrone lors d'un démarrage à vide et en charge. La simulation sera faite avec le logiciel Matlab et l'interface graphique Simulink.

### Modélisation du moteur Asynchrone:

Le modèle de la machine asynchrone est issu directement des équations obtenues après transformation de Park. Deux méthodes sont possibles :

- 1- Utilisation de la matrice d'état.
- 2- Utilisation de schémas-blocs fonctionnels qui nécessitent l'emploi de la transformation de Park.

On dispose des équations de tensions respectivement cotés stator et rotor.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{sd} = R_s i_{sd} + \frac{d\varphi_{sd}}{dt} - \omega_s \varphi_{sq} \\ V_{sq} = R_s i_{sq} + \frac{d\varphi_{sq}}{dt} + \omega_s \varphi_{sd} \\ 0 = R_r i_{rd} + \frac{d\varphi_{rd}}{dt} - \omega_r \varphi_{rq} \\ 0 = R_r i_{rq} + \frac{d\varphi_{rq}}{dt} + \omega_r \varphi_{rd} \end{array} \right. \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_{sd} = L_s i_{sd} + M i_{rd} \\ \varphi_{sq} = L_s i_{sq} + M i_{rq} \\ \varphi_{rd} = L_r i_{rd} + M i_{sd} \\ \varphi_{rq} = L_r i_{rq} + M i_{sq} \end{array} \right. \quad (1)$$

Le couple électromagnétique est donné par :

$$C_e = pM (i_{sq} i_{rd} - i_{sd} i_{rq}) \quad (2)$$

La relation entre les fréquences statorique et rotorique est :

$$\omega_s = p \Omega + \omega_r \quad (3)$$

Ainsi que l'équation mécanique :

$$J \frac{d\Omega}{dt} = C_e - C_r - f \Omega \quad (4)$$

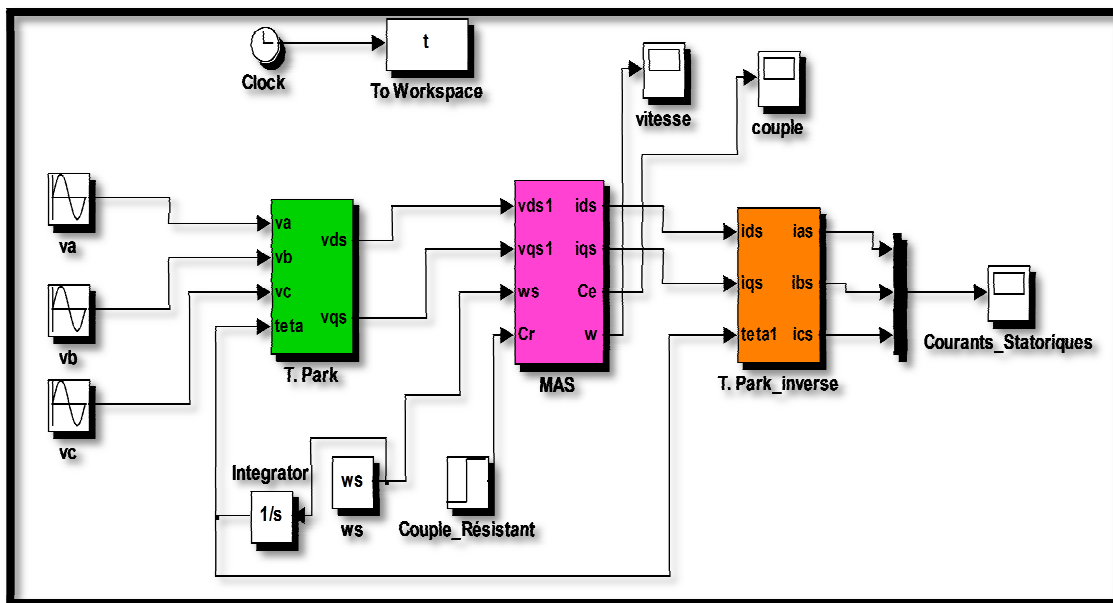
### Travail demandé :

- 1- Appliquez la transformée de Laplace aux équations précédentes et modélisez la MAS sous formes d'un schéma fonctionnel.

- 2- Réalisez les transformations de Park directe et inverse du réseau d'alimentation pour l'appliquer au schéma fonctionnel du moteur (Fig.1) et calculez l'angle  $\theta_s$  par intégration de  $\omega_s$ .
- 3- Implantez le modèle de simulation du moteur asynchrone accouplé à une charge inertielle. On donne les valeurs numériques suivantes des paramètres d'un moteur de 3KW :

- Moment d'inertie.....  $J=50.10^{-3} \text{ kg.m}^2$
- Nombre de paires de pôles.....  $p=2$
- Inductance mutuelle cyclique .....  $M=52\text{mH}$
- Inductance rotorique cyclique.....  $L_r= 15.9\text{mH}$
- Inductance statorique cyclique.....  $L_s= 19.1\text{mH}$
- Résistance statorique.....  $R_s= 93\text{m}\Omega$
- Résistance rotorique.....  $R_r= 1\Omega$

- 4- Testez-le modèle dans le cas d'un démarrage sur le réseau :
  - Le moteur est alimenté par un système triphasé équilibré de tension à la fréquence de 50 Hz et de valeur efficace 220 V.
  - Le couple résistant est nul.
- 5- Refaites la simulation avec un couple de charge  $C_r= 20\text{N.m}$ .
- 6- Commentez et analysez les résultats.



**Fig.1 Simulation du démarrage direct de la MAS.**

- Les matrices de Park et Park inverse sont données par :

$$[P] = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos(\theta - 2\pi/3) & \cos(\theta + 2\pi/3) \\ -\sin \theta & -\sin(\theta - 2\pi/3) & -\sin(\theta + 2\pi/3) \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$[P]^{-1} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 1/\sqrt{2} \\ \cos(\theta - 2\pi/3) & -\sin(\theta - 2\pi/3) & 1/\sqrt{2} \\ \cos(\theta + 2\pi/3) & -\sin(\theta + 2\pi/3) & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \quad (6)$$