Université de Jijel
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'Electrotechnique

Master 1 / ELM
Module : CME
Année Universitaire 2019-2020

TP N°02 Simulation Numérique de la Commande Vectorielle d'une Machine Asynchrone

Objectif :

La commande vectrorielle à flux rotorique orienté, consiste à appliquer la méthode de deux vecteurs orthogonaux au moteur asynchrone à cage, en séparant les courants statoriques en deux composantes: une composante directe produisant le flux et une composante enquadrature produisant le couple. L'objectif de ce TP est de simuler la commande vectorielle d'un moteur asynchrone en utilisant le logiciel Matlab et l'interface graphique Simulink.

Principe de la commande vectorielle à flux rotorique orienté d'une MAS :

L'objectif de la commande vectorielle est d'assimiler la machine asynchrone à une machine à courant continu à excitation séparée, pour simplifier sa commande. Sachant que l'axe *d* soit confondu avec la direction de ϕ_r en imposant donc $\phi_{dr}=\phi_r$ et $\phi_{qr}=0$, le modèle de la machine asynchrone issu directement des équations obtenues après transformation de Park est donné par :

$$\begin{cases} V_{sd} = \sigma L_s \dfrac{di_{sd}}{dt} + \left(R_s + \dfrac{M^2}{L_r^2} R_r \right) i_{sd} - \sigma L_s \omega_s i_{sq} - \dfrac{M}{L_r^2} R_r \varphi_r \\ V_{sq} = \sigma L_s \dfrac{di_{sq}}{dt} + \left(R_s + \dfrac{M^2}{L_r^2} R_r \right) i_{sq} + \sigma L_s \omega_s i_{sd} + \dfrac{M}{L_r} \omega \varphi_r \\ \dfrac{d\varphi_r}{dt} = \dfrac{M}{T_r} i_{sd} - \dfrac{1}{T_r} \varphi_r \\ \omega_r = \dfrac{M}{T_r \varphi_r} i_{sq} \end{cases} \qquad (1)$$

Ces expressions peuvent être exploitées telles quelles pour réaliser la commande vectorielle de la MAS alimentée en tension, mais V_{sd} et V_{sq} influent à la fois sur i_{sd} et i_{sq} et par conséquent sur le flux et le couple. Il est donc nécessaire de réaliser un découplage.

Découplage entrée-sortie par compensation :

La technique de découplage par compensation permet de découpler la régulation du couple et celle du flux. Posons :

$$\begin{cases} E_d = \sigma L_s \omega_s i_{sq} + \dfrac{M}{L_r^2} R_r \varphi_r \\ E_q = -\sigma L_s \omega_s i_{sd} - \dfrac{M}{L_r} \omega_s \varphi_r \end{cases} \qquad (2)$$

En définissant deux variables de commande V_{sd1} et V_{sq1} telles que :

$$\begin{cases} V_{sd} = V_{sd1} - E_d \\ V_{sq} = V_{sq1} - E_q \end{cases} \qquad (3)$$

Les tensions V_{sd} et V_{sq} sont alors reconstituées à partir des tensions V_{sd1} et V_{sq1}.

Schéma complet de la commande vectorielle de la MAS.

La figure suivante illustre le schéma global à simuler de la commande vectorielle directe de la MAS.

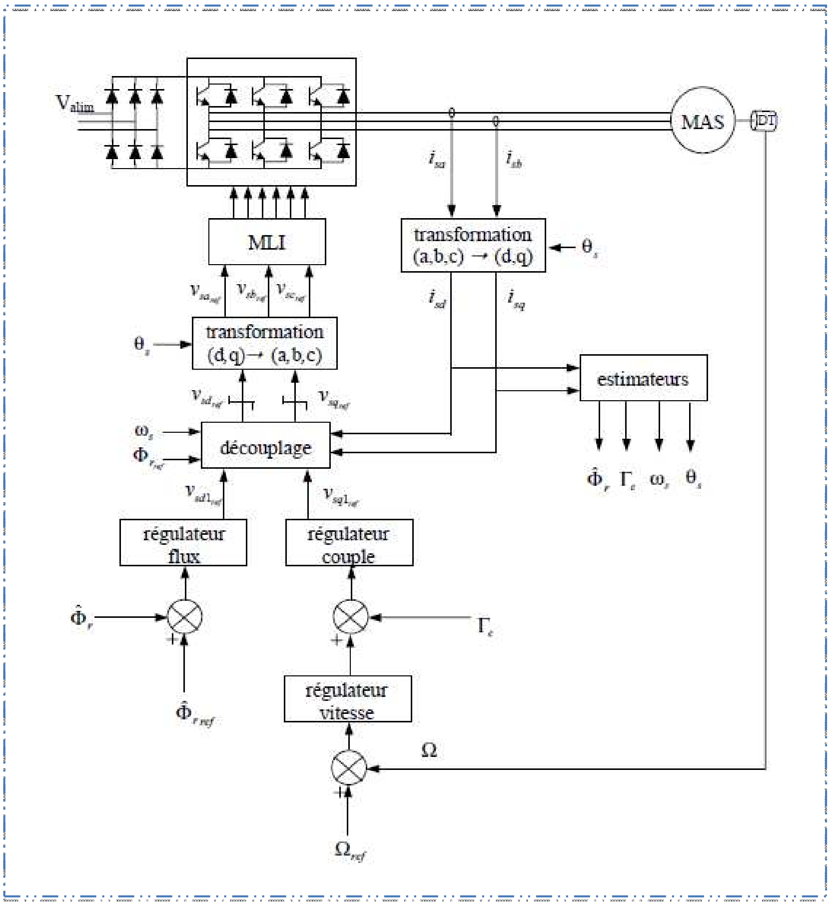

Fig.1 Schéma global de la commande vectorielle d'une MAS.

Avec : ϕ_r, C_e, ω_s et θ_s sont estimés par :	***Régulateur de flux :***
$$\begin{cases} \hat{\phi}_r = \dfrac{M}{1+T_r.S} i_{sd} \\ \hat{C}_e = p\dfrac{M}{L_r}\hat{\phi}_r i_{sq} \\ \omega_s = p\Omega + \dfrac{M}{T_r}\dfrac{i_{sq}}{\hat{\phi}_r} \\ \theta_s = \dfrac{1}{S}\omega_s \end{cases} \quad (4)$$	$$\begin{cases} K_{p\phi} = \dfrac{\gamma^2}{K_1(2\zeta_1)^2} \quad et \quad K_{i\phi} = \dfrac{1}{T_r}K_{p\phi} \quad avec : K_1 = \dfrac{M}{\sigma L_s T_r} \end{cases} \quad (5)$$ ***Régulateur de couple :*** $$\begin{cases} K_{pC_e} = \dfrac{3\sigma L_s L_r}{pM\,\phi_r t_{r2}} \quad et \quad K_{iC_e} = \gamma K_{pC_e} \quad avec : \gamma = \dfrac{R_s + R_r\dfrac{M^2}{L_r^2}}{\sigma L_s} \end{cases} \quad (6)$$ ***Régulateur de vitesse :*** $$\begin{cases} K_{i\omega} = J\left(\dfrac{4.75}{t_{r3}}\right)^2 \quad et \quad K_{p\omega} = J\dfrac{9.5}{t_{r3}} - f \end{cases} \quad (7)$$

Travail à faire :

Sous l'environnement Matlab/Simulink, simuler le comportement du système de commande donné par la Figure 1. (Utilisez les mêmes paramètres de la MAS du premier TP)