

COMMANDE SCALAIRE DE LA MACHINE ASYNCHRONE

Introduction

La variation de la vitesse des MAS est limitée lorsque celle-ci est alimentée directement à travers le réseau, est pour avoir une vitesse variable, on a recours à l'utilisation des convertisseurs statiques. Ces variateurs de vitesse fonctionnent soit à (V/f) constant ou la commande associée est scalaire, soit à contrôle vectoriel de flux avec ou sans capteur.

La commande scalaire de la MAS est basée à des considérations sur des expressions issues du régime permanent.

Elle consiste à imposer :

- Le module de la tension ou du courant.
- La fréquence.

Ce type de contrôle convient surtout pour des performances moyennes de fonctionnement de la machine asynchrone. Il permet le contrôle du couple en régime permanent avec le maintien du flux dans la machine à une valeur fixe.

Commande scalaire

Concernant la commande scalaire, on contrôle le courant du stator et la fréquence, cela permet de contrôler le couple tout en maintenant le flux de la machine constant. A cet effet, on utilise le schéma équivalent de la machine asynchrone pour tirer les équations nécessaires à cette commande.

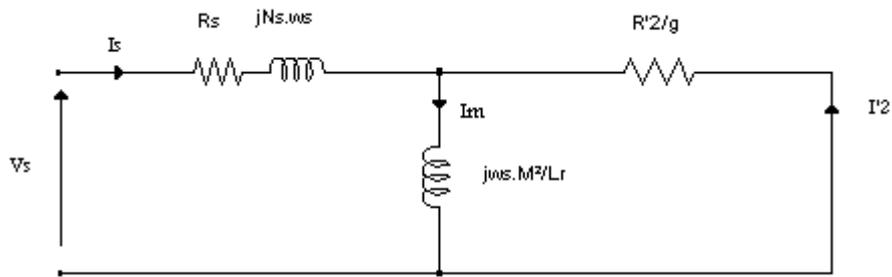


Figure 1. Schéma équivalent de la machine asynchrone

Avec :

$$N_s = \sigma \cdot L_s$$

$$R'_2/g = R_r / (L_r/M)^2$$

$$I'_2 = I_2 \cdot (L_r/M)$$

5-1 La relation du couple électromagnétique

$$C_e = \frac{P_{mec}}{\Omega}, \text{ avec } \Omega = \frac{\omega}{p}$$

$$P_{mec} = P_e - \Delta P_{jr} = 3 \frac{R'_2}{g} I_2^2 - 3R'_2 I_2^2 = 3R'_2 I_2^2 \left(\frac{1}{g} - 1 \right)$$

$$g = \frac{\omega r}{\omega_s}, \text{ } \omega r = \omega_s - \omega$$

$$P_{mec} = 3R'_2 I_2^2 \frac{\omega}{\omega r}$$

- Donc, on peut écrire le couple comme suit :

$$C_e = 3p I_2^2 \frac{R'_2}{\omega r}$$

Avec :

$$I_2 \frac{R'_2}{g} = I'_m \frac{M^2}{L_r} \omega_s$$

$$\Rightarrow I'_2 = I'_m \frac{M^2}{R'_2 L_r} \omega r$$

Alors :

$$C_e = 3p I_2' I_m' \frac{R_2'}{\omega_r} \frac{M^2}{R_2' L_r} \omega_r$$

$$C_e = 3p \frac{M^2}{L_r} I_m' I_2'$$

Avec :

I_2' : Courant dans le circuit du rotor.

I_m' : Courant dans la branche magnétisante.

$$\Phi_r = \frac{M^2}{L_r} I_m'$$

Le flux rotorique est directement proportionnel au courant de magnétisation I_m' . Si ce courant est maintenu constant le couple est directement proportionnel au courant I_2' . Mais ces deux courants (I_2' , I_m') ne sont pas accessibles au mesure, on les exprimes avec le courant statorique.

On pose :

$$I_s = I_m' - I_2' = I_{s\phi} + I_{sc}$$

$I_{s\phi} = I_m'$: La composante produisant le flux.

$I_{sc} = I_2'$: La composante produisant le couple.

5-2 Configuration de la commande

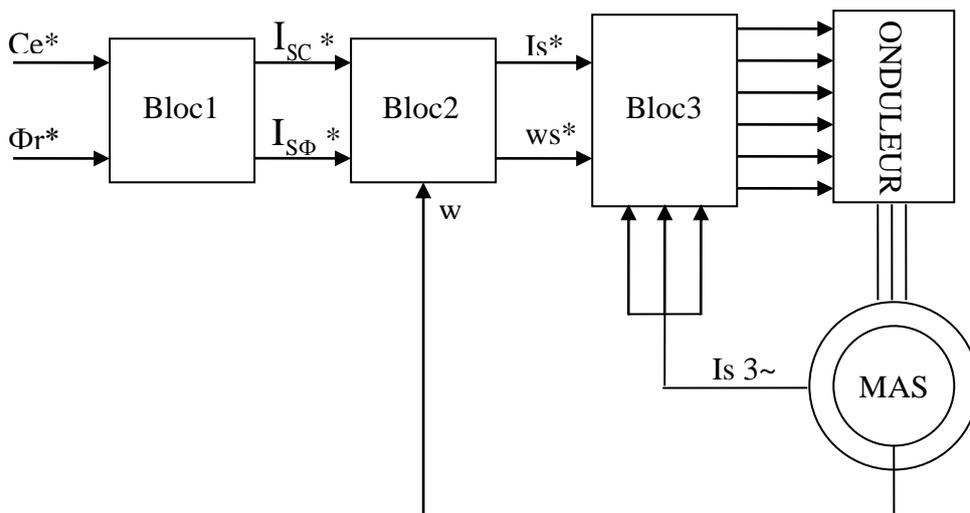
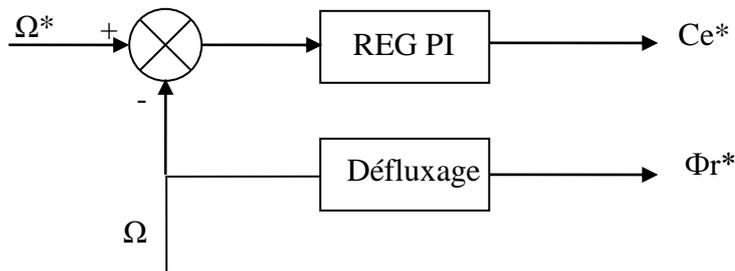


Figure 2 . Schéma de la configuration de la commande scalaire avec contrôle du courant

On obtient le couple et le flux de référence avec une boucle externe comme suite :



Le flux imposé selon la vitesse de rotation par un bloc dit de Défluxage définit par une fonction non linéaire suivante :

$$\begin{array}{ll} \text{Sous vitesse :} & -\Omega_n < \Omega < \Omega_n & \Phi_r = \Phi_n. \\ \text{Sur vitesse :} & |\Omega| > \Omega_n & \Phi_r = \Phi_n \cdot \Omega_n / |\Omega| \end{array}$$

Avec :

$$\text{Bloc 1 : } \left\{ \begin{array}{l} I_{sc}^* = \frac{C_e^*}{3p \frac{M^2}{L_r} I_{s\phi}} \\ I_{s\phi} = \frac{\Phi_r^*}{\frac{M^2}{L_r}} \end{array} \right.$$

$$\text{Bloc 2 : } \left\{ \begin{array}{l} I_s = \sqrt{I_{sc}^{*2} + I_{s\phi}^{*2}} \\ \omega_s^* = \omega + \omega_r^* \\ \omega_r^* = \frac{R'_2}{M^2} \frac{I_{sc}^*}{I_{s\phi}^*} \\ \quad \quad \quad L_r \end{array} \right.$$

Bloc3 : dans ce bloc on génère les courants statoriques (I_a , I_b , I_c) de référence par le courant de référence I_s^* , et par la pulsation de référence ω_s^* .

$$I_a = \sqrt{2} I_s^* \cdot \sin(\omega_s^* \cdot t)$$

$$I_b = \sqrt{2} I_s^* \cdot \sin\left(\omega_s^* \cdot t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$I_c = \sqrt{2} I_s^* \cdot \sin\left(\omega_s^* \cdot t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

Après la génération des courants, on les compare avec les courants statoriques mesurés de la machine, la sortie de cette comparaison est l'entrée des régulateurs par hystérésis, ces derniers donne les impulsions d'attaque de l'onduleur. Cela est précisé dans ce schéma :

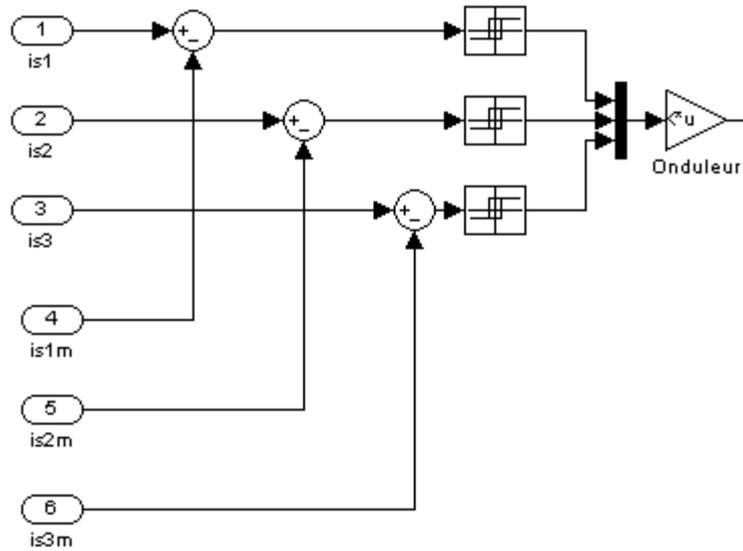


Figure .3 Schéma représente la comparaison et l'onduleur.

Cette comparaison représente la régulation de courant statorique pour suivre le courant de référence (contrôle de courant).

5-3 Schéma de simulation de la commande scalaire avec contrôle du courant

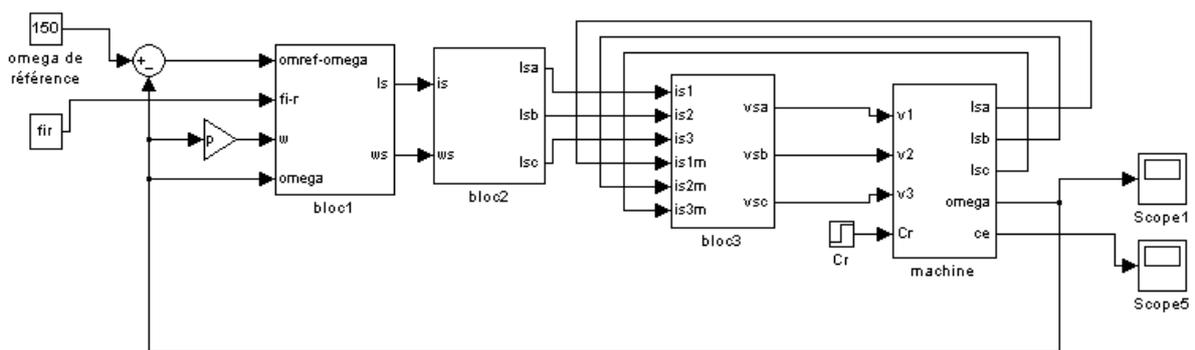


Figure 4 : Schéma de simulation de la commande scalaire avec contrôle de courant sur MATLAB (SIMULINK)