

TD2 de Commande des Systèmes Electro-Energétiques

Exercice 01

Le couple électromagnétique de la machine asynchrone triphasée s'exprime dans le repère de Park (dq) comme un produit croisé de courants ou de flux, comme suit :

$$C_e = p \frac{M}{L_r} (\Phi_{dr} i_{qs} - \Phi_{qr} i_{ds})$$

1- Expliquer :

- a- Comment, en appliquant la commande vectorielle par orientation du flux rotorique, rendre ce couple similaire à celui de la machine à courant continu à excitation séparée.
- b- Dans ce cas, comment contrôler le flux rotorique et le couple électromagnétique de la machine.

Exercice 2

La figure suivante présente le schéma de la commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique (Φ_r) :

- 1- Expliquer comment estimer Φ_r , ω_s et θ_s .
- 2- Compléter le schéma en ajoutant le bloc de **défluxage** (donner l'expression de la sortie en fonction de l'entrée du bloc de défluxage).
- 3- Quel est le rôle du bloque **découplage**.
- 4- Remplacer la partie convenable du schéma pour que la commande vectorielle directe devienne une commande vectorielle indirecte

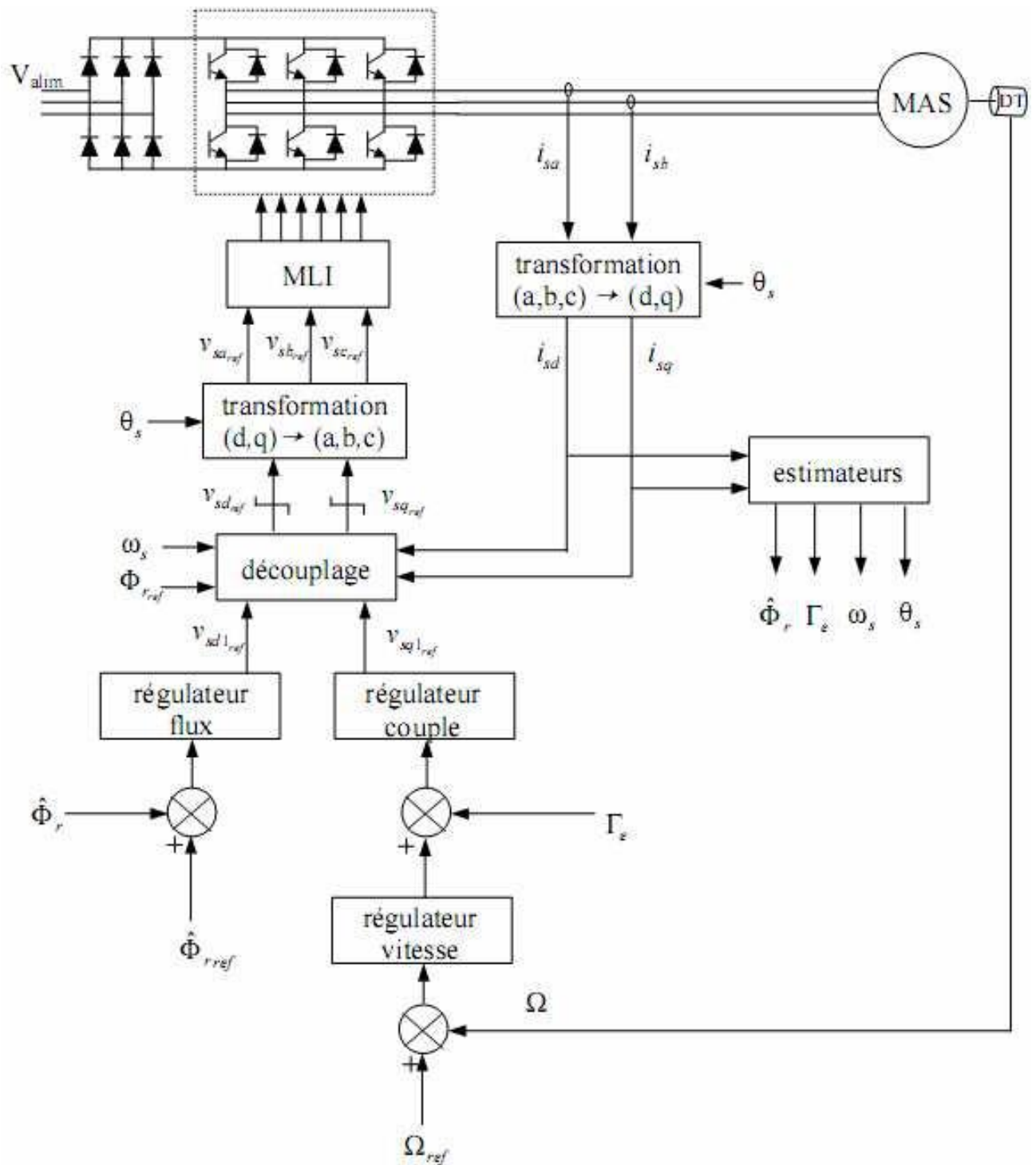


Figure 1 : Schéma de principe d'une commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique (Φ_r) de la MAS

Corrigé Type de TD2 de Commande des Systèmes Electro-Energétiques

Exercice 01

Le couple électromagnétique de la machine asynchrone triphasée s'exprime dans le repère de Park (dq) comme un produit croisé de courants ou de flux, comme suit :

$$C_e = p \frac{M}{L_r} (\Phi_{dr} i_{qs} - \Phi_{qr} i_{ds})$$

1- Expliquer :

- a- Comment, en appliquant la commande vectorielle par orientation du flux rotorique, rendre ce couple similaire à celui de la machine à courant continu à excitation séparée.
- b- Dans ce cas, comment contrôler le flux rotorique et le couple électromagnétique de la machine.

1-a

Si l'on élimine le 2^{ème} produit ($\Phi_{qr} i_{ds}$), alors le couple ressemblerait fort à celui d'une MCC. Il suffit, pour ce faire, d'orienter le repère dq de manière à annuler la composante de flux en quadrature. C'est-à-dire de choisir convenablement l'angle de rotation de Park de sorte que le flux rotorique soit entièrement porté sur l'axe direct (d) et donc d'avoir, $\Phi_{qr} = 0$. Ainsi $\Phi_r = \Phi_{dr}$ uniquement.

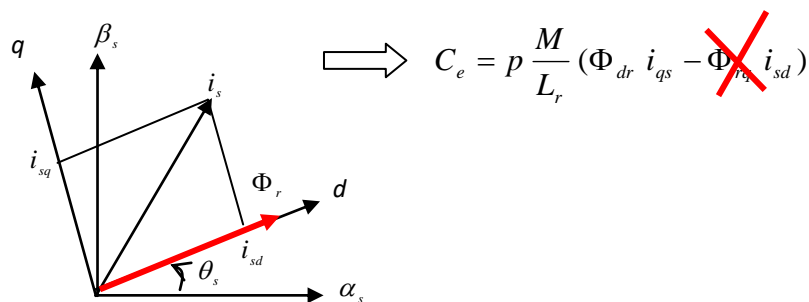


Figure 3. 13 Principe du contrôle vectoriel

Le couple électromagnétique peut s'exprimer en fonction du flux rotorique et la composante, i_{sq}

$$C_e = p \frac{M}{L_r} (\Phi_{dr} i_{sq}) \quad (3.72)$$

La présente expression est analogue à celle de la machine à courant continu à excitation séparée donnée par :

$$C_e = K_t \cdot i_f \cdot i_a \quad (3.73)$$

1-b

La composante i_{sq} joue le rôle de courant induit qui, à flux d'excitation donné contrôle le couple. Désormais le contrôle du couple devient linéaire. Il convient de régler le flux en agissant sur la composante i_{sd} du courant statorique et on régule le couple en agissant sur la composante i_{sq} . On a alors deux variables d'action comme dans le cas d'une MCC. Une stratégie consiste à laisser la composante, i_{sd} constante. C'est-à-dire de fixer sa référence de manière à imposer un flux rotorique nominal dans la machine. Le régulateur du courant s'occupe de maintenir le courant, i_{ds} constant et égale à sa référence, i_{sd}^* . Le flux étant constant dans la machine, on peut imposer la variation de couple en agissant sur le courant, i_{sq} .

Exercice 2

La figure suivante présente le schéma de la commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique (Φ_r) :

1- Expliquer comment estimer Φ_r , ω_s et θ_s .

a- Le flux rotorique Φ_r est estimé à partir du courant statorique i_{ds} par l'expression suivante :

$$\Phi_r = \frac{M}{1 + \tau_r s} i_{ds} \quad \text{avec} \quad \tau_r = \frac{L_r}{R_r} \quad \text{c'est la constante de temps rotorique}$$

On voit qu'en régime permanent $\Phi_r = M i_{ds}$

b- La vitesse du champ tournant (ω_s) est estimée via l'expression suivante :

$$\omega_s = \omega + \omega_r = \omega + (M i_{sq} / \tau_r \Phi_{rd})$$

où :

ω est la vitesse rotorique mesurée

et ω_r est la pulsation des courants rotoriques estimée par l'expression $\omega_r = M i_{sq} / \tau_r \Phi_{rd}$.

c- La position du champ tournant (θ_s) est estimée via l'expression suivante :

$$\theta_s = \int \omega_s$$

2- Compléter le schéma en ajoutant le bloc de défluxage (donner l'expression de la sortie en fonction de l'entrée du bloc de défluxage).

- L'entrée du bloc de défluxage est : la vitesse rotorique de référence Ω_{ref}

- La sortie du bloc de défluxage est : le flux rotorique de référence Φ_{ref}

L'algorithme du bloc de défluxage est :

- Si ($\Omega_{ref} \leq \Omega_n$) $\Phi_{ref} = \Phi_m$ zone de fonctionnement à flux constant

- Si ($\Omega_{ref} > \Omega_n$) $\Phi_{ref} = (\Omega_n / \Omega_{ref}) \Phi_m$ zone de fonctionnement à flux réduit (défluxage)

(avec (Ω_n : rotorique nominale) et (Φ_m : flux rotorique nominale))

3- Quel est le rôle du bloque découplage :

La compensation des termes de couplage entre la commande des courants statoriques des deux axes (d) et (q)

4- Remplacer la partie convenable du schéma pour que la commande vectorielle directe devienne une commande vectorielle indirecte

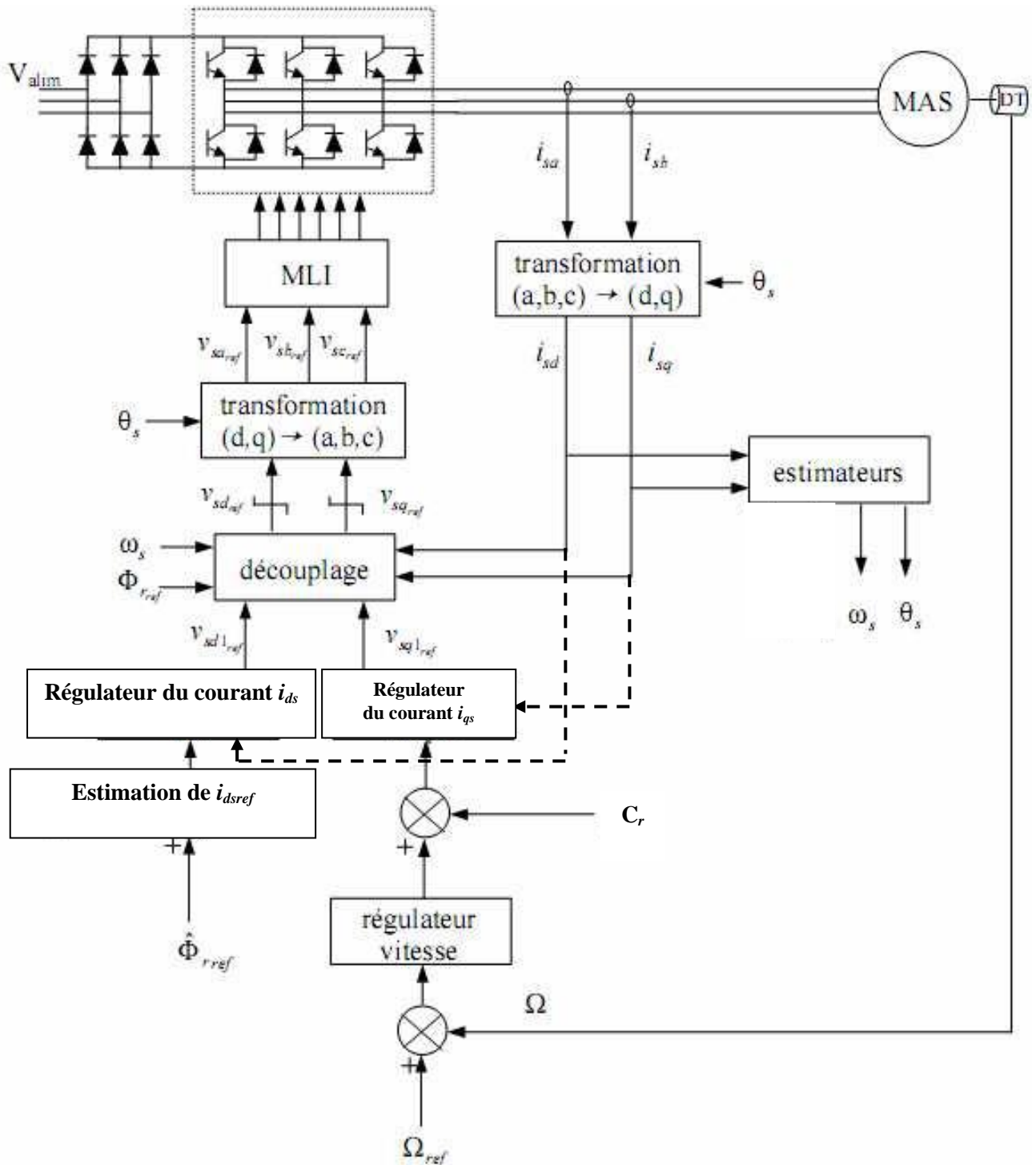


Figure 1 : Schéma de principe d'une commande vectorielle indirecte par orientation du flux rotorique (Φ_r) de la MAS