

Projet Systèmes Electrotechniques GL I3 : Mise en oeuvre d'une commande vectorielle à flux rotorique orienté

3 Commande directe à flux rotorique orienté.

Le schéma de la commande directe est basé sur l'hypothèse d'alignement de l'axe d sur le flux du rotor. La stratégie générale de cette commande est rappelée dans les rappels théoriques.

Le flux est régulé en boucle fermée par le courant i_{sd} à une valeur de référence $\phi_{rréf}$. Le couple est imposé en boucle fermée par le courant i_{sq} . Le suivi des consignes de courant est assuré par des correcteurs linéaires $C_{isd}(s)$ et $C_{isq}(s)$ de type PI (proportionnel-intégral).

La valeur du flux ainsi que l'angle θ_s sont déterminés au moyen de l'estimateur.

Le correcteur de vitesse $C_\Omega(s)$ de type PI améliore les performances de la boucle de vitesse.

Cahier des charges :

- Les erreurs de vitesse, de couple et de flux seront nulles en régime statique vis-à-vis de la consigne et des perturbations apportées.
- La dynamique d'évolution du flux en boucle fermée sera du type second ordre avec un coefficient d'amortissement de 0,7.
- La dynamique d'évolution du couple en boucle fermée sera du type premier ordre, la constante de temps de la boucle de courant sera inférieure à celle en boucle ouverte.
- La constante de temps de la boucle de vitesse sera inférieure à celle en boucle ouverte.

Boucles de courants et découplage.

La structure générale de la commande comporte plusieurs boucles d'asservissements imbriquées. Les boucles les plus internes sont celles de courant. On rappelle que la dynamique des boucles interne doit être plus élevée que celle des boucles externes (un facteur supérieur à 10 entre les constantes de temps est souhaitable).

En supposant $\phi_{rq} = \frac{d\phi_{rq}}{dt} = 0$, on montre les égalités suivantes :

$$\begin{aligned}
 & \boxed{R_s i_{sd} + \sigma L_s \frac{di_{sd}}{dt} = v_{sd} - e_{sd}} \quad [1] \quad \text{avec } e_{sd} = -\sigma L_s \omega_s i_{sq} + \frac{M}{L_r} \frac{d\phi_{rd}}{dt} \\
 & \boxed{R_s i_{sq} + \sigma L_s \frac{di_{sq}}{dt} = v_{sq} - e_{sq}} \quad [2] \quad \text{avec } e_{sq} = \sigma L_s \omega_s i_{sd} + \omega_s \frac{M}{L_r} \phi_{rd}
 \end{aligned}$$

Ces deux relations indiquent que le courant d'un axe est sensible à la tension du même axe, mais aussi à un fem de perturbation (e_{sd} et e_{sq}) qui fait apparaître des couplages entre les deux axes d et q .

Afin de découpler les deux axes, il est donc nécessaire d'appliquer à l'onduleur les références de tension suivantes (ce principe est appelé découplage par compensation, voir le document « principe de régulation ») :

$$v_{sd} = v_{sd}^* + \hat{e}_{sd} \quad v_{sq} = v_{sq}^* + \hat{e}_{sq}$$

où v_{sd}^* et v_{sq}^* sont les tensions issues des correcteurs de courants (grandeurs de réglage) et \hat{e}_{sd} et \hat{e}_{sq} sont les valeurs estimées des fem de perturbations.

Travail demandé :

- Démontrer les relations [1] et [2].
- Déterminer les fonctions de transfert permettant de calculer les correcteurs de courant et de flux ($\frac{i_{sd}(s)}{v_{sd}^*(s)}$ pour $C_{isd}(s)$, $\frac{i_{sq}(s)}{v_{sq}^*(s)}$ pour $C_{isq}(s)$ et $\frac{\phi_{rd}(s)}{i_{sd}(s)}$ pour $C_\phi(s)$).
- Déterminer les correcteurs de courant et de flux.
- Tester les boucles de courant et de flux (la valeur de référence du flux rotorique sera obtenue au moyen de l'estimateur) et valider leur bon fonctionnement.

Boucle de vitesse.

- Déterminer le correcteur de vitesse.
- Tester la boucle de vitesse et valider son bon fonctionnement.