

Principe de régulation

Découplage.

Nous allons illustrer le principe du découplage en s'appuyant sur l'exemple de la machine à courant continu à excitation indépendante (flux ϕ constant).

La tension d'induit s'écrit :
$$u = E + Ri + L \frac{di}{dt}$$

En isolant les termes dépendant de l'intensité du courant d'induit i , on obtient :

$$u - E = Ri + L \frac{di}{dt} \quad \text{avec} \quad E = K\phi\Omega$$

Cette équation montre que deux grandeurs influencent l'intensité du courant d'induit i :

- La tension d'induit u
- La vitesse de la machine Ω (indirectement par la fem E)

Si on veut rendre l'intensité indépendante de la vitesse, il faut supprimer le couplage naturel qu'il existe entre ces deux grandeurs. Pour cela, on applique une tension d'induit de la forme :

$$u = u^* + \hat{E} \quad \text{où } \hat{E} \text{ représente l'estimée de la fem réelle } E$$

On obtient alors :
$$u^* + \hat{E} - E = Ri + L \frac{di}{dt}$$

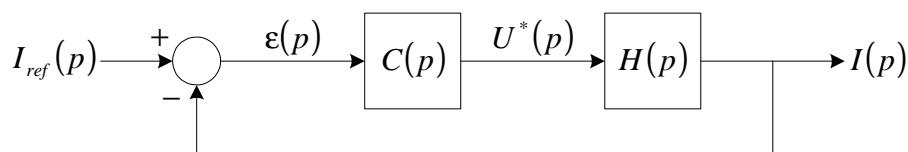
Si la fem estimée \hat{E} est égale à la fem E , alors $\hat{E} = E$, la fem réelle est compensée par la commande, on obtient alors :

$$u^* = Ri + L \frac{di}{dt}$$

L'intensité du courant ne dépend alors plus que de la tension u^* , on a réalisé un découplage par compensation.

Détermination du correcteur de courant.

Dans l'exemple précédent, on a montré comment compenser certaines influences internes de sorte que l'intensité ne soit plus influencée que par la tension u^* . On va donc réguler en boucle fermée l'intensité du courant d'induit i par la tension u^* selon le schéma de principe suivant :



Pour cela, il faut connaître la fonction de transfert de ce processus, on montre que :

$$H(p) = \frac{I}{U^*} = \frac{1}{R + Lp}$$

Cette fonction de transfert est de la forme : $H(p) = \frac{G}{1 + \tau p}$

τ : constante de temps du processus (en s)

G : gain statique du processus (en A/V ici)

Si l'on souhaite annuler l'erreur statique, il faut introduire une action intégrale dans la chaîne directe, on adopte donc un correcteur PI de la forme :

$$C(p) = K \left(1 + \frac{1}{\tau_i p} \right) = K \left(\frac{1 + \tau_i p}{\tau_i p} \right)$$

τ_i : constante de temps d'intégration (en s)

K : gain du correcteur

La fonction de transfert de chaîne directe vaut alors :

$$C(p) \times H(p) = K \left(\frac{1 + \tau_i p}{\tau_i p} \right) \times G \frac{1}{1 + \tau p}$$

On déterminera les paramètres du correcteur de la manière suivante :

- on prendra $\tau_i = \tau$ (compensation pôle-zéro, le zéro du correcteur compense le pôle du processus)

La fonction de transfert de chaîne directe s'écrit alors :

$$C(p) \times H(p) = KG \left(\frac{1}{\tau_i p} \right)$$

La fonction de transfert en boucle fermée s'écrit alors :

$$\text{FTBF} = \frac{I}{I_{ref}} = \frac{1}{1 + \frac{\tau_i}{KG} p}$$

Cette fonction de transfert correspond à un système du premier ordre de gain statique unitaire (erreur statique nulle, donc $I = I_{ref}$) et de constante de temps $\frac{\tau_i}{KG}$.

- Le gain K du correcteur agit sur la valeur de la constante de temps en boucle fermée, donc sur la rapidité du système en boucle fermé.

Dans un premier temps, on peut choisir une valeur de gain K telle que la constante de temps en boucle fermée soit identique à la constante de temps en boucle ouverte, soit :

$$\tau = \frac{\tau_i}{KG}$$

On peut ensuite augmenter la valeur du gain afin d'accélérer la réponse du système en boucle fermée par rapport à la boucle ouverte (en faisant attention aux limitations physiques du système : saturation de la tension liée à l'onduleur, ...).