

PARTIE III. Régulations des moteurs à courant continu

III.1 Schéma fonctionnel global du circuit de réglage

III.1.1 Régulation à boucles convergentes

III.1.2 Régulation parallèle

III.1.3 Régulation en cascade

III.2 Etude et Dimensionnement de la boucle de courant

III.3 Etude et Dimensionnement de la boucle de vitesse

PARTIE III. Régulations des moteurs à courant continu

III.1 Introduction

Pour réaliser la commande de la grandeur d'entrée (référence) d'un système (I_a , Ω dans notre cas), on utilise un système asservi (structure en boucle) selon le schéma de principe ci-après :

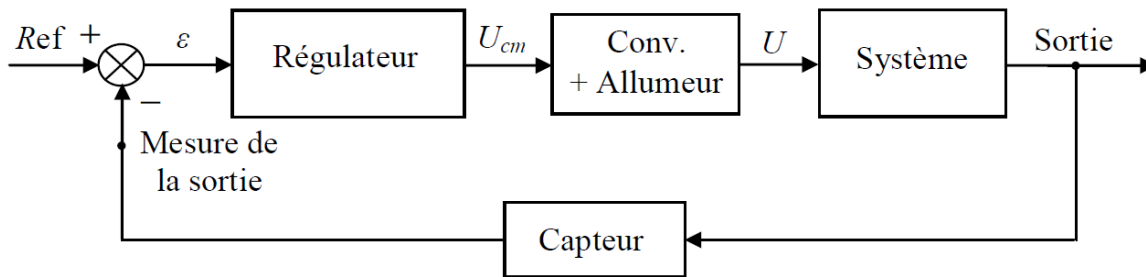


Figure III.1 Schéma de principe de base d'une commande asservi

Le recours à une commande à retro-réaction est motivé, essentiellement, par le fait qu'une telle structure permet d'éliminer (minimiser) l'influence des perturbations extérieures (variation du couple résistant par exemple). Ce que ne permet pas de réaliser un système en boucle ouverte.

Il existe 3 principes de régulation :

- Régulation à boucles convergentes ;
- Régulation à boucles en parallèle ;
- Régulation en cascade.

Ils permettent, tous les trois, de contrôler la variable principale et de limiter des variables secondaires. Nous allons les décrire brièvement et, pour comparer leurs propriétés respectives, nous choisirons pour exemple une régulation de vitesse d'un moteur à courant continu assortie d'une limitation du courant d'induit.

III.1.1 Régulation à boucles convergentes

Le schéma de principe de cette commande est donné sur la figure I.25

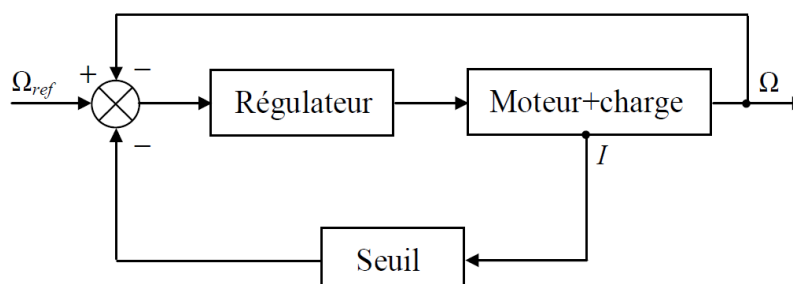


Figure III.2 Schéma fonctionnelle de la régulation par boucle convergente

- Ce système comporte un seul régulateur.
- Le signal de réaction venant de la variable principale est constamment présent à l'entrée du régulateur.
- Celui qui provient de la variable secondaire (courant), est comparé à un seuil, et est en quelque sorte bloqué tant que la valeur de limitation n'est pas atteinte. Au delà du seuil, le dépassement atteint l'entrée du régulateur et combat le signal de retour de vitesse, tendant ainsi à limiter le courant dans l'induit.

Avantage :

- Simplicité.

- Cout réduit.

Inconvénients :

- Mauvaise qualité (1 seul régulateur pour 2 boucles).

III.1.2 Régulation parallèle

Le système de régulation parallèle (Fig. III.3) comporte un régulateur sépare pour chaque variable à contrôler (I et Ω). Les sorties des deux régulateurs sont connectées grâce a un dispositif électronique de commutation a un point commun qui est l'entrée du système de puissance qui alimente le moteur.

Dans un tel dispositif, seul un régulateur est en service à tout instant. Dans notre exemple, le régulateur de vitesse, seul, est en fonctionnement aussi longtemps que le courant n'atteint pas sa valeur de limitation. Des que cela arrive, c'est le régulateur de courant qui prend le relais et le régulateur de vitesse est commute hors du circuit. Cela signifie que, dans ce système, le régulateur de courant travaille en régulateur limiteur, tandis que le régulateur de vitesse a le fonctionnement habituel tant que le courant évolue à l'intérieur des limites prévues.

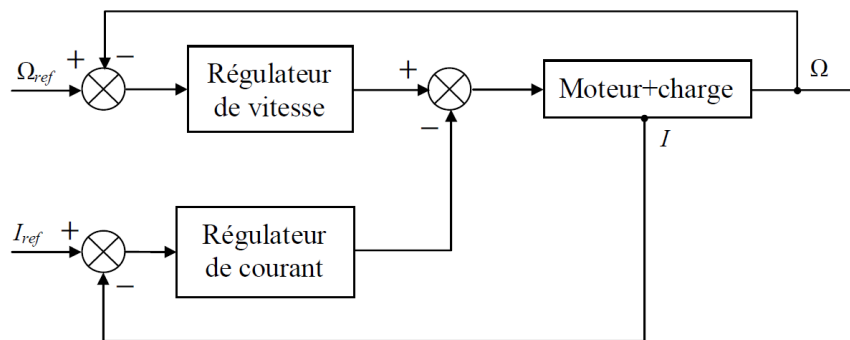


Figure III.3 Schéma fonctionnelle de la régulation parallèle.

Avantage :

- Chaque variable sous contrôle correspond à un régulateur sépare ; chaque boucle peut donc être réglée a l'optimum.
- On peut régler les caractéristiques statiques et dynamiques d'une régulation parallèle indépendamment les unes des autres.
- L'étude, le calcul et la mise en service des régulateurs sont simples du fait de l'indépendance de chaque boucle par rapport à l'autre.

Inconvénients :

- Cout élevé.
- Difficulté d'étude et de calculs.

III.1.3 Régulation en cascade

Un système de régulation en cascade comporte un régulateur individuel pour chacune des variables contrôlées. La variable asservie principale (vitesse) est réglée par la boucle extérieure. La sortie du régulateur de vitesse sert d'entrée, c.à.d. de signal de référence, au régulateur de la boucle intérieure

(courant). En limitant la sortie du régulateur externe de vitesse, on limite donc la référence de courant et on obtient très simplement la caractéristique de limitation désirée.

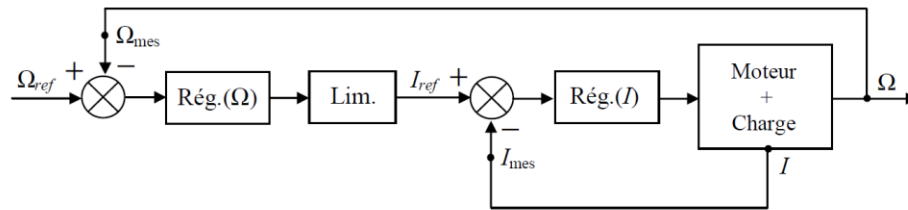


Figure III.4 Schéma fonctionnelle de la régulation en cascade.

Avantage :

- Il y'a un régulateur séparé pour chacune des variables contrôlées. Chaque boucle peut donc être ajustée à l'optimum ;
- L'étude, le calcul et la mise en œuvre sont simples et suivent une méthode directe.

Inconvénients :

- On peut avoir une réponse assez lente de la boucle la plus externe si elle enveloppe trop de boucles internes, car la séparation dynamique des boucles exige un rapport minimal de 2 entre les rapidités des 2 boucles les plus adjacentes.

III.2 Commande de vitesse d'une machine à excitation séparée ou shunt :

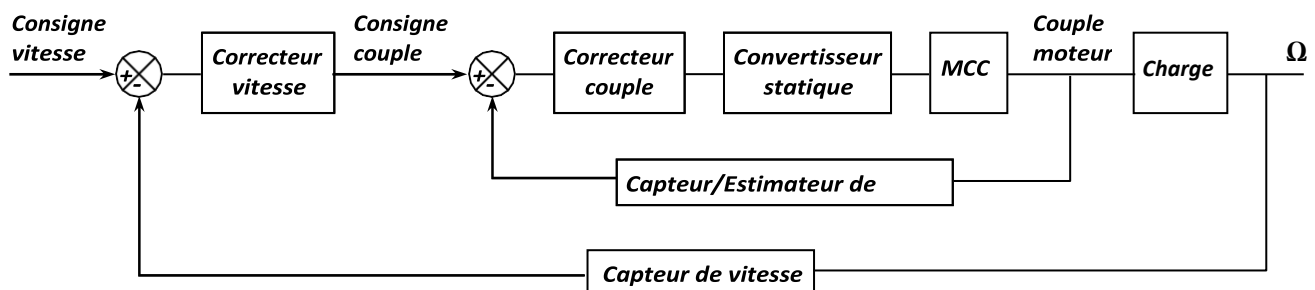


Figure III.5 Schéma principe de la commande de vitesse d'une mcc à excitation séparée ou shunt

L'ensemble d'une commande à vitesse variable du mcc peut se décomposer en deux boucles d'asservissement : une boucle de couple et une boucle de vitesse (**Figure III.5**)

III.2.1 Mise en équations

La modélisation de l'ensemble moteur-charge est réalisable à partir des équations de base de la mcc :

Équations électromécaniques :

$$E = \frac{p}{a} n N \phi_e = K \phi_e \Omega$$

$$C = \frac{E I_a}{\Omega} = K \phi_e I_a$$

Équations électriques :

$$U_a = E + r_a I_a + L_a \frac{dI_a}{dt}$$

$$U_e = r_e I_e + L_e \frac{dI_e}{dt}$$

Équations mécanique :

$$J \frac{d\Omega}{dt} = C - C_r - f\Omega$$

On peut alors en déduire le schéma bloc suivant, représentatif de la fonction de transfert en vitesse du moteur :

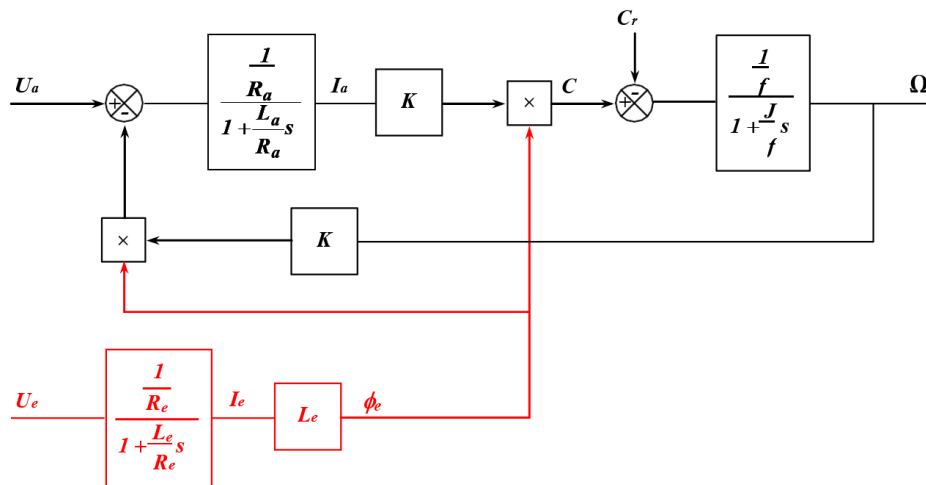


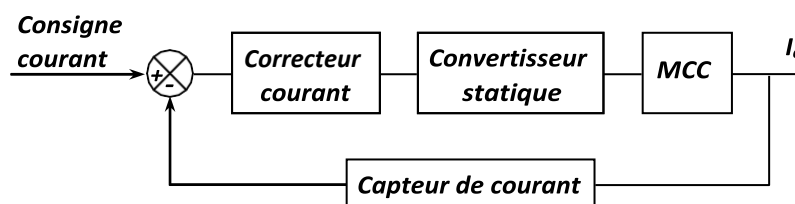
Figure III.6 Fonction de transfert en vitesse pour une mcc séparée ou shunt.

III.3 Asservissement du couple du moteur :

Dans le cas de la mcc, réaliser un asservissement de couple revient à réaliser un asservissement de courant.

Le schéma bloc de la boucle de courant est donné ci-après :

Figure III.7 Schéma bloc boucle de courant.



III.4 Asservissement de vitesse du moteur :

Le schéma bloc de la boucle de vitesse est donné ci-dessous :

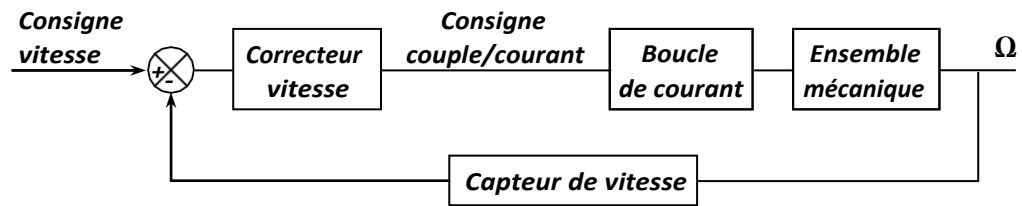


Figure III.8 Schéma bloc boucle de vitesse.