

MODELISATION D'UN MOTEUR LINEAIRE

Modélisation d'un axe

Le schéma fonctionnel d'un axe est représenté **Figure 1**.

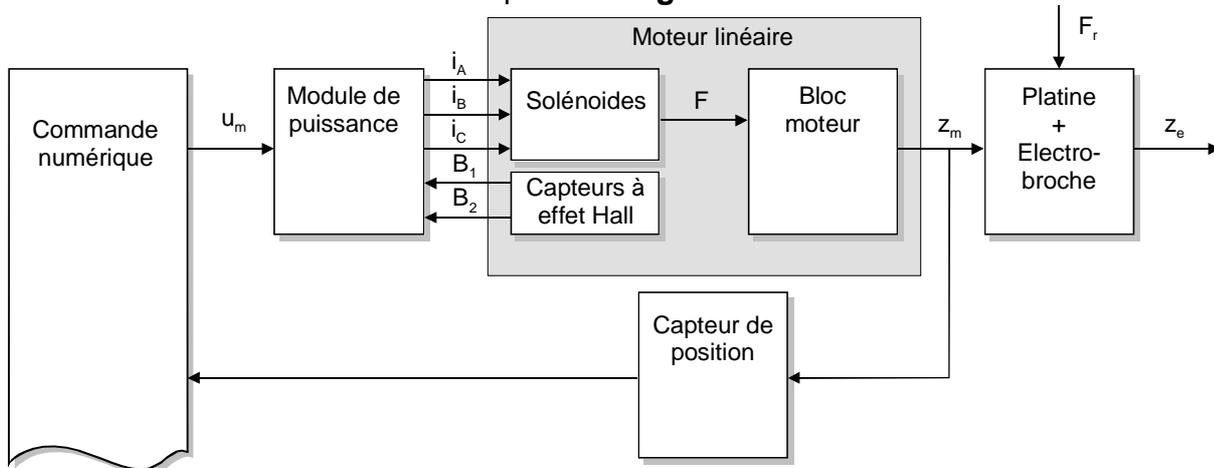


Figure 1 : Schéma fonctionnel d'un axe

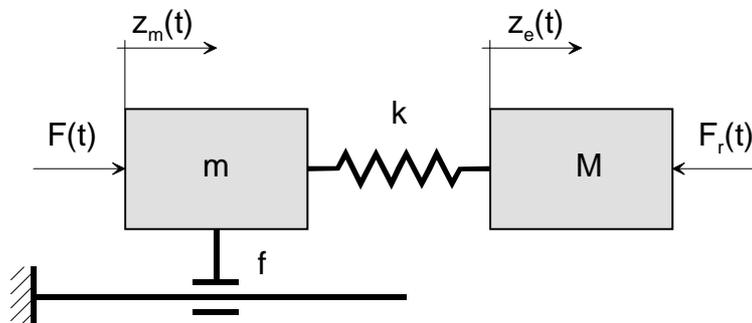
La commande numérique délivre un signal de commande $u_m(t)$ en volts. L'intensité $i(t)$ générée par le module de puissance est donnée par l'expression :

$$i(t) = K_e \cdot u_m(t) \quad (1)$$

La force $F(t)$ transmise au bloc moteur est donnée par l'expression :

$$F(t) = K_m \cdot i(t) \quad (2)$$

L'ensemble « bloc moteur + barres de liaison + platine porte électro-broche » est modélisé de la façon suivante :



avec : f : coefficient de frottement visqueux des glissières à galets à recirculation

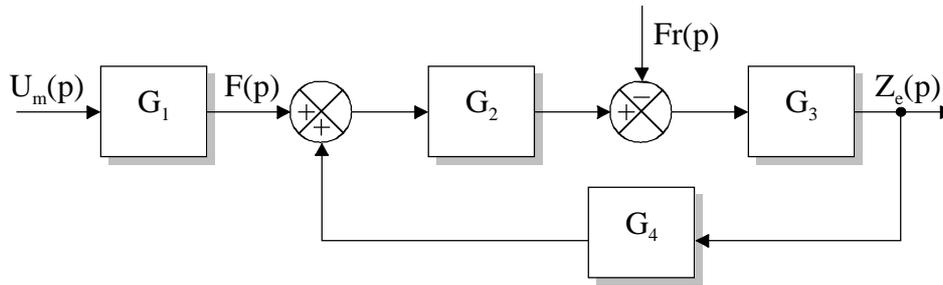
- k : les deux barres de liaison sont assimilées à une barre unique de coefficient de raideur k .
- m : masse du bloc moteur
- M : masse des barres, de la platine et de l'électro-broche
- $F_r(t)$: effort résultant de l'opération d'usinage agissant comme une perturbation.

Il en résulte les équations suivantes :

$$\begin{cases} F(t) - f \frac{dz_m}{dt} - k(z_m - z_e) = m \frac{d^2 z_m}{dt^2} & (3) \\ k(z_m - z_e) - F_r(t) = M \frac{d^2 z_e}{dt^2} & (4) \end{cases}$$

Question 1 : Déterminer les transformées de Laplace des équations (1) à (4) ci-dessus en considérant nulles les valeurs des conditions initiales.

On donne ci-dessous la représentation sous la forme d'un schéma bloc des équations (1) à (4).

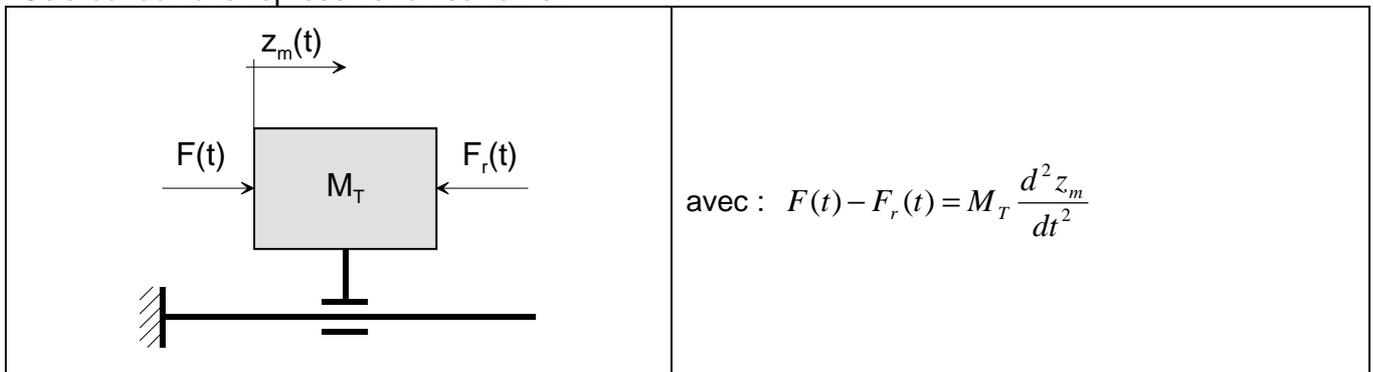


Question 2 : A partir des équations (1) à (4) et du schéma bloc ci-dessus :

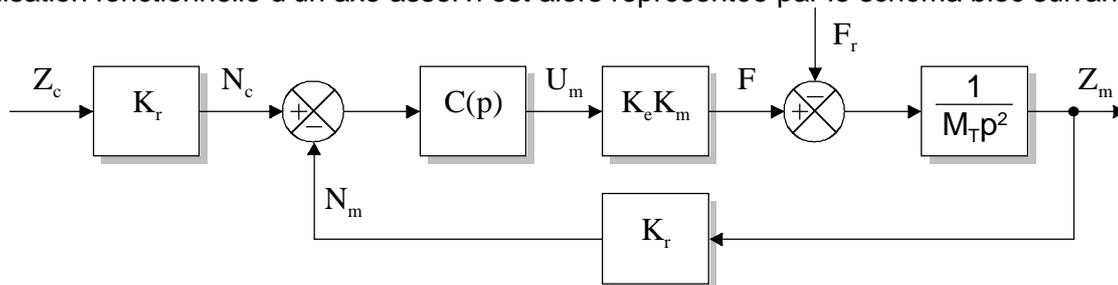
- Donner les expressions littérales des transmittances G_1 , G_2 , G_3 et G_4 .
- En déduire les fonctions de transfert $\frac{Z_e}{F}$ et $\frac{Z_e}{F_r}$.
- Préciser, pour chacune de ces fonctions, son gain, son ordre et sa classe.

Afin de simplifier la modélisation de l'ensemble « bloc moteur + barres de liaison + platine porte électro-broche », on suppose f négligeable et la raideur k des barres infinie. On note M_T la masse de l'ensemble « bloc moteur + barres de liaison + platine porte électro-broche ».

Cela conduit à la représentation suivante :



L'organisation fonctionnelle d'un axe asservi est alors représentée par le schéma bloc suivant :



Avec :

- $C(p)$: fonction de transfert du correcteur
- K_r : gain du capteur absolu de position
- Z_c : consigne de position définie par la commande numérique

Une dernière simplification rend unitaire la boucle de retour :

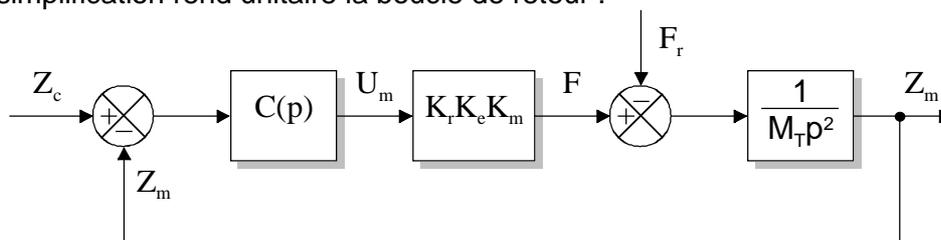


Figure 2 : Schéma bloc à retour unitaire

Etude des performances du système asservi

On considère le schéma bloc de la **Figure 2**. Le correcteur est à action proportionnelle et dérivée (PD) de fonction de transfert $C(p) = K_p(1 + T_d p)$.

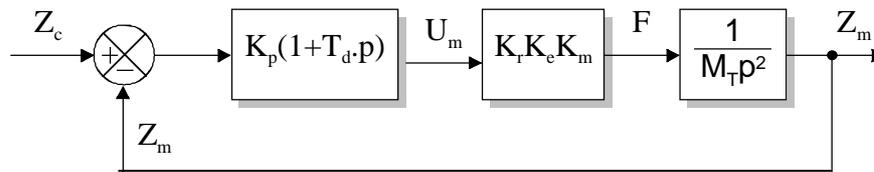
Question 3 : On ne tient pas compte de la perturbation. *Déterminer :*

- a) la fonction de transfert en boucle ouverte et l'expression du gain de boucle K_{BO} .
- b) la fonction de transfert en boucle fermée.

Question 4: L'effort perturbateur est un échelon de la forme $F_r(t) = a.u(t)$.

- a) Donner l'expression littérale de l'écart ε_{Fr} dû à cette perturbation en régime permanent.
- b) Quels seraient les avantages et les inconvénients d'un correcteur avec action intégrale ?

On néglige la perturbation, le schéma bloc devient le suivant :



On donne : $K_e = 1 \text{ A/V}$

- $K_m = 500 \text{ N/A}$ $M_r = 95 \text{ kg}$
- $K_r = 10^6 \text{ incréments/mètre}$ $T_d = 0,1 \text{ s}$

On donne Fig 3 la représentation dans Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte pour $K_p = 1$.

Question 5: Etude de la stabilité

- a) Justifier la forme de ce tracé.
- b) Déterminer graphiquement K_p de telle sorte que la marge de phase soit de 40° .

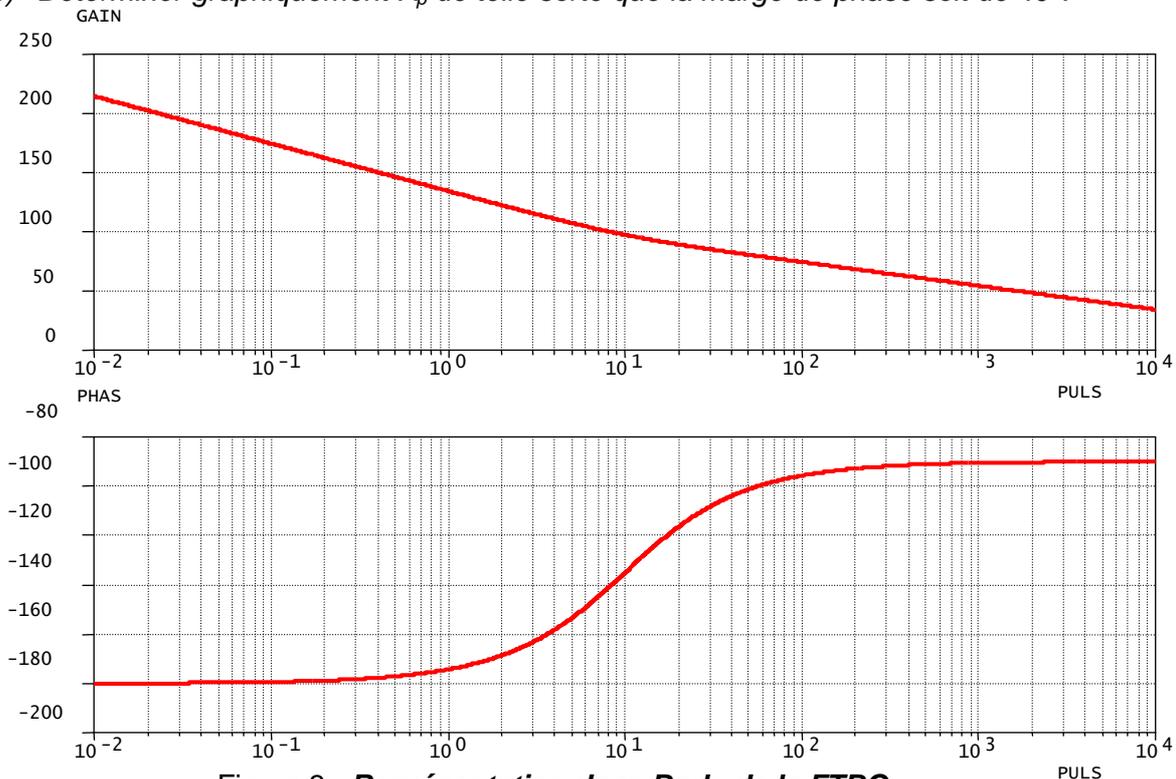


Figure 3 : Représentation dans Bode de la FTBO