

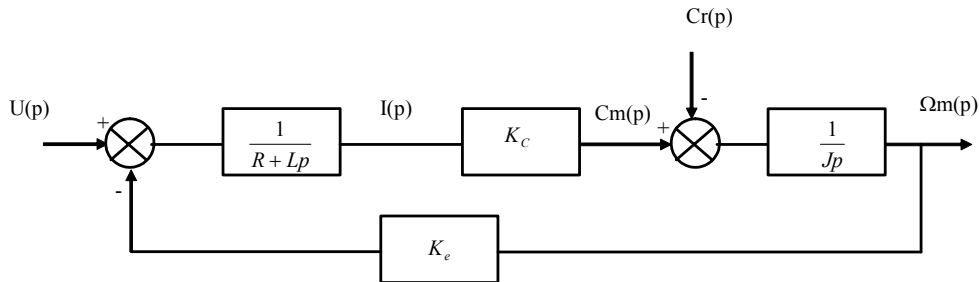
AUTOMATIQUE

S.L.C.I. asservis

Etude de la broche d'un tour à commande numérique

Question 1 :

Compléter le schéma bloc suivant :



Question 2 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $F_1(p)$ et $F_2(p)$ tels que :
 $\Omega_m(p) = F_1(p)U(p) - F_2(p)C_r(p)$.

$$F_1(p) = \frac{\frac{1}{K_e}}{1 + \frac{RJ}{K_e K_c} p + \frac{LJ}{K_e K_c} p^2} ; F_2(p) = \frac{R}{K_e K_c} \frac{1 + \frac{L}{R} p}{1 + \frac{RJ}{K_e K_c} p + \frac{LJ}{K_e K_c} p^2}.$$

Question 3 :

Montrer que $1 + T_m p + T_e T_m p^2 \approx 1 + (T_m + T_e)p + T_e T_m p^2$.

Montrer alors que l'on peut admettre un modèle du 1^{er} ordre pour $F_1(p)$ et $F_2(p)$, de la forme :

$$F_1^*(p) = \frac{K_1}{1 + T_m p} \text{ et } F_2^*(p) = \frac{K_2}{1 + T_m p}.$$

$$T_m = 0,49 \text{ s} ; T_e = 8,93 \cdot 10^{-4} \text{ s} ; T_m + T_e \approx T_m.$$

$$K_1 = \frac{1}{K_e} = 0,873 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1} ; K_2 = \frac{R}{K_e K_c} = 0,213 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}.$$

Question 4 :

Donner l'expression littérale de la vitesse de la broche pour une tension de commande U_0 constante et un couple résistant C_{r0} constant.

$$\omega_m(\infty) = U_0 K_1 - C_{r0} K_2.$$

Question 5 :

Calculer la valeur de la chute de vitesse consécutive à une opération d'usinage avec un couple résistant de 100 Nm.

Conclure alors sur la nécessité d'une régulation de vitesse.

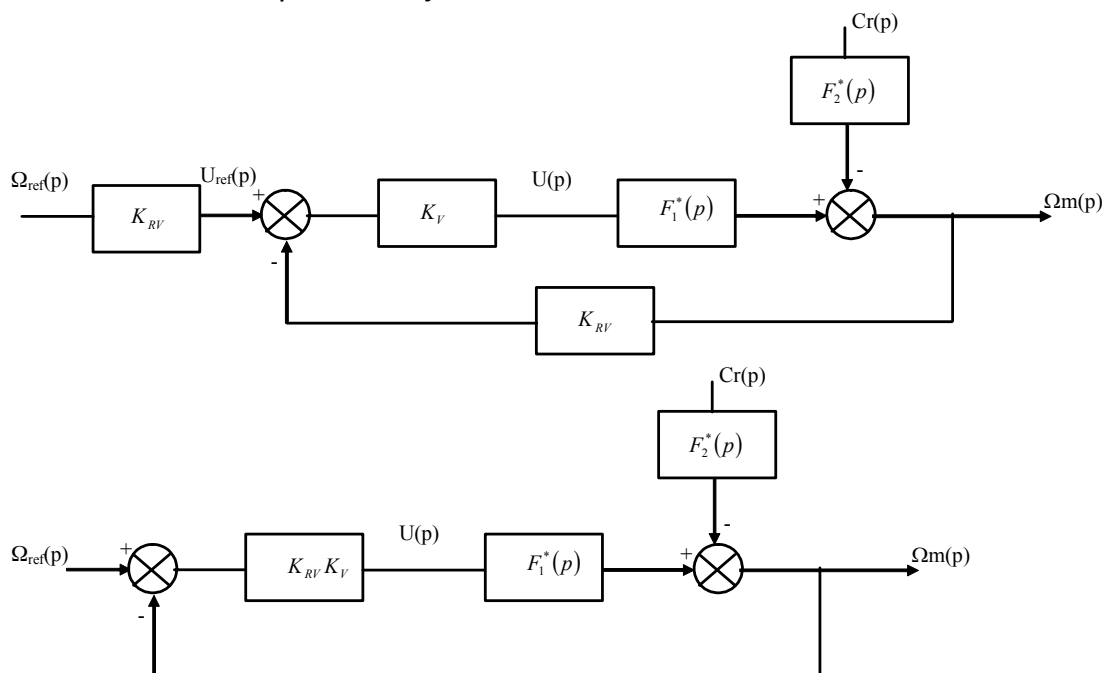
$$\Delta\omega_m(\infty) = -C_{r0}K_2 = -21 \text{ rad/s.}$$

Un usinage correct nécessite le respect de la vitesse de rotation de la broche, il faut donc réguler celle-ci afin qu'elle soit moins soumise aux perturbations.

Question 6 :

Construire le schéma bloc de l'asservissement.

Tracer le schéma équivalent ayant un retour unitaire.

**Question 7 :**

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $G_1(p)$ et $G_2(p)$ tels que :

$$\Omega_m(p) = G_1(p)\Omega_{ref}(p) - G_2(p)C_r(p).$$

$$G_1(p) = \frac{K_{RV}K_VK_1 / (1 + K_{RV}K_VK_1)}{1 + \frac{T_m}{1 + K_{RV}K_VK_1}p} \quad \text{et} \quad G_2(p) = \frac{K_2 / (1 + K_{RV}K_VK_1)}{1 + \frac{T_m}{1 + K_{RV}K_VK_1}p}$$

Question 8 :

Exprimer littéralement la fonction écart $\varepsilon(p)$.

Déterminer l'erreur statique pour une consigne en échelon d'amplitude $\omega_0 = 300 \text{ rad/s}$ et un couple résistant constant $c_{r0} = 100 \text{ N.m}$.

$$\varepsilon(p) = \Omega_{ref}(p)(1 - G_1(p)) + G_2(p)C_r(p)$$

$$\varepsilon_s = \omega_0 \left(1 - \frac{K_{RV} K_V K_1}{1 + K_{RV} K_V K_1} \right) + C_{r0} \frac{K_2}{1 + K_{RV} K_V K_1} = 15,2 \text{ rad/s.}$$

Question 9 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $H_1(p)$ et $H_2(p)$ tels que :
 $\Theta_m(p) = H_1(p) \Theta_{réf}(p) - H_2(p) C_r(p)$.

$$H_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_p K_1} + \frac{T_m}{K_{cp} K_p K_1} p^2} \quad \text{et} \quad H_2(p) = \frac{K_2 / K_{cp} K_p K_1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_p K_1} + \frac{T_m}{K_{cp} K_p K_1} p^2}$$

Question 10 :

Déterminer la relation entre K_{CP} et K_P pour satisfaire aux conditions précédentes.

$$\xi = \frac{1}{2\sqrt{K_{cp} K_p K_1 T_m}} \geq 1 ; K_{cp} K_p \leq 0,575 \text{ V/rad.}$$

Question 11 :

Déterminer en régime permanent (position angulaire atteinte), l'expression de la raideur $r_{a\theta}$.

En déduire la valeur minimale du produit $K_{CP} \cdot K_P$ pour limiter la valeur maximale d'un défaut d'usinage de $6 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$ pour $\Delta c_r = 20 \text{ N.m}$.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_p K_1}{K_2} = 3333 \text{ N.m / rad} ; K_{cp} K_p = 805 \text{ V/rad.}$$

Question 12 :

Déduire de la question 10, la limite admissible pour la raideur.

Conclure.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_p K_1}{K_2} = 2,38 \text{ N.m / rad} \text{ incompatibilité avec la Q11.}$$

Question 13 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $W_1(p)$ et $W_2(p)$ tels que :

$$\Theta_m(p) = W_1(p) \Theta_{réf}(p) - W_2(p) C_r(p).$$

$$G_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_{G1}} + \frac{T_1}{K_{cp} K_{G1}} p^2} \quad \text{et} \quad G_2(p) = \frac{K_{G2} / K_{cp} K_{G1}}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_{G1}} + \frac{T_1}{K_{cp} K_{G1}} p^2}$$

Question 14 :

Déterminer la nouvelle expression de la raideur.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_{G1}}{K_{G2}}$$

Question 15 :

Quelle est la condition sur K_{CP} pour un temps de réponse minimal et pas de dépassements ?

Déterminer la nouvelle limite pour la raideur.

Conclure.

$$\xi = \frac{1}{2\sqrt{K_{cp} K_{G1} T_1}} \geq 1 ; K_{cp} \leq 11,4 \text{ V/rad.}$$

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_{G1}}{K_{G2}} = 1083 \text{ N.m/rad , c'est mieux mais ce n'est pas encore suffisant.}$$