

Examen d'automatique

Systèmes linéaires continus

On désire asservir la position et la vitesse d'un moteur défini par sa fonction de transfert $F(p) = \frac{1}{p(p+1)} = \frac{Y(p)}{U(p)}$ où $Y(p)$ représente la transformée de Laplace de $y(t)$ la position de l'arbre de sortie et $U(p)$ la transformée de Laplace de la tension aux bornes du moteur. Les spécifications voulues par le constructeur de l'asservissement sont les suivantes :

1. On désire une erreur de position nulle et une erreur de vitesse de 1% maximum.
2. Le temps de réponse à 95% (en réponse à un échelon de position) doit être limité à une seconde.
3. Le dépassement autorisé est de 5% maximum.
4. Seule l'implantation de gains est possible. Aucun composant dynamique n'est autorisé.

première partie : Etude préliminaire d'une commande proportionnelle

On considère l'asservissement suivant : où $E(p)$ représente la consigne et a un gain proportionnel.

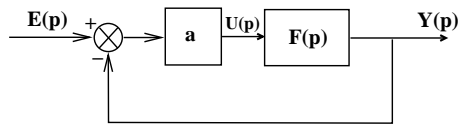


FIG. 1 – système asservi

1. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée et en déduire la valeur de l'amortissement ζ et de la pulsation naturelle ω_n .
2. Calculer la valeur du gain proportionnel a pour avoir un dépassement de 5%. On rappelle la valeur du premier dépassement en pourcentage $D = 100e^{\frac{-\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$ en fonction de l'amortissement.
3. Calculer le temps de réponse du système à un échelon de position d'amplitude e_{p0} ($E(t) = e_{p0}$). On rappelle la valeur du temps de réponse $t_r = \frac{3}{\zeta\omega_n}$ en fonction de l'amortissement et de la pulsation naturelle.
4. Calculer l'erreur de position en régime permanent. Ce résultat était-il prévisible?
5. Calculer l'erreur de trainage en régime permanent en réponse à une rampe de pente e_{v0} (on donne $E(p) = \frac{e_{v0}}{p^2}$).
6. Conclure sur le respect des spécifications.

Deuxième partie : Introduction d'une seconde boucle On ajoute une seconde boucle de rétroaction et on considère l'asservissement de la figure 2. :

1. Comment s'appelle la boucle rajoutée.
2. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée. on pourra s'aider des variables $\varepsilon_1(p)$ et $\varepsilon_2(p)$.
3. Calculer a et b permettant de respecter les spécifications 2 et 3.
4. Calculer l'erreur de position et l'erreur de trainage.

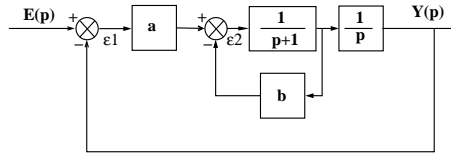


FIG. 2 – système asservi

5. Conclure sur le respect des spécifications 1, 2, 3, 4.
6. Donnez l'allure de la courbe en réponse à un échelon et en réponse à une rampe pour les valeurs trouvées de a et b .

Troisième partie : Etude d'une commande proportionnelle et feedforward

On considère l'asservissement suivant :

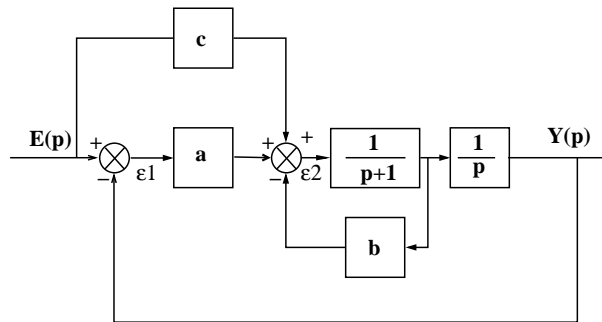


FIG. 3 – système asservi

1. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée. On pourra s'aider des variables $\epsilon_1(p)$ exprimé en fonction de $E(p)$ et $Y(p)$ et $\epsilon_2(p)$ exprimé en fonction de $E(p)$ et $\epsilon_1(p)$.
2. Quel est le rôle de la boucle feedforward. Sur quel paramètre joue-t-elle ?
3. Peut-on calculer a, b, c permettant de respecter les spécifications données?

Quatrième partie : Question de cours

1. Donnez la définition d'un système linéaire. Donnez un exemple et un contre-exemple. (pour plus d'information, se reporter à la question du partiel d'automatique).
2. Quels sont les avantages de la boucle fermée par rapport à la boucle ouverte?