SY 20 : Initiation à l'automatique
FINAL P05

Documents autorisés = cours + TDs. Durée : 2 heures.

NB : Tous les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre quelconque.

Question 1 : (4 points)

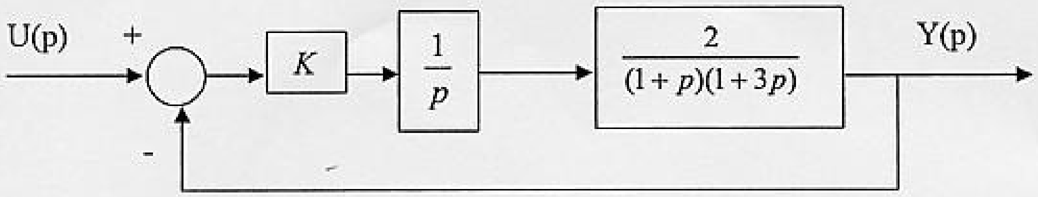
- Tracer le diagramme de Bode (asymptotique et en faisant apparaître toutes les valeurs numériques significatives) du système ayant pour fonction de transfert :

$$H(p)=\frac{2(1+3p)}{(1+2p)\left(1+p+p^2\right)}$$

- Faire figurer l'évolution du diagramme de Bode réel par des pointillés.

Question 2 : (4 points)

On considère le système de commande défini par le schéma fonctionnel ci-dessous :



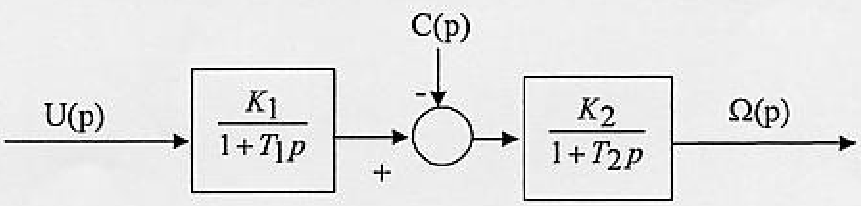
1) Dans quelle gamme peut-on faire varier la valeur de K pour que le système de commande reste stable ?

2) On choisit à présent K=0.5, calculer alors les valeurs numériques de la marge de phase et de la marge de gain obtenues.

Problème : (12 points) - Entraînement d'un radar

(NB : de nombreuses questions de ce problème sont indépendantes)

Une antenne radar est entraînée à la vitesse ω par un actionneur électrique. L'identification de l'ensemble radar et actionneur électrique a conduit au schéma fonctionnel ci-dessous :



avec :

- u(t) : tension de commande de l'actionneur électrique, U(p) sa transformée de Laplace
- ω(t) : vitesse de rotation angulaire du radar, Ω(p) sa transformée de Laplace
- c(t) : couple dû à l'action du vent sur le radar, C(p) sa transformée de Laplace

1ère partie : indentification des paramètres du procédé

En partant de la position de repos du radar, on enregistre la réponse indicielle du système.

- Tout d'abord, pour une rafale de vent, assimilée à un échelon de couple C_0 de 1 Nm (avec u(t)=0), on obtient le résultat donné en figure 1.
- Ensuite, pour un échelon d'amplitude U_0 de 10 Volts (avec c(t)=0), on obtient le résultats donné en figure 2.

On donne T_1=1.5s dans cette partie.

1.1 Identification de K_2 et T_2

- Donner le diagramme fonctionnel du système obtenu lorsque U(p)=0.
- A partir du tracé de la figure 1, déterminer la valeur numérique de K_2 et de T_2 en précisant les unités de ces deux grandeurs.

1.2 Identification de K_1

- A partir du tracé de la figure 2, déterminer la valeur de K_1 en précisant son unité.

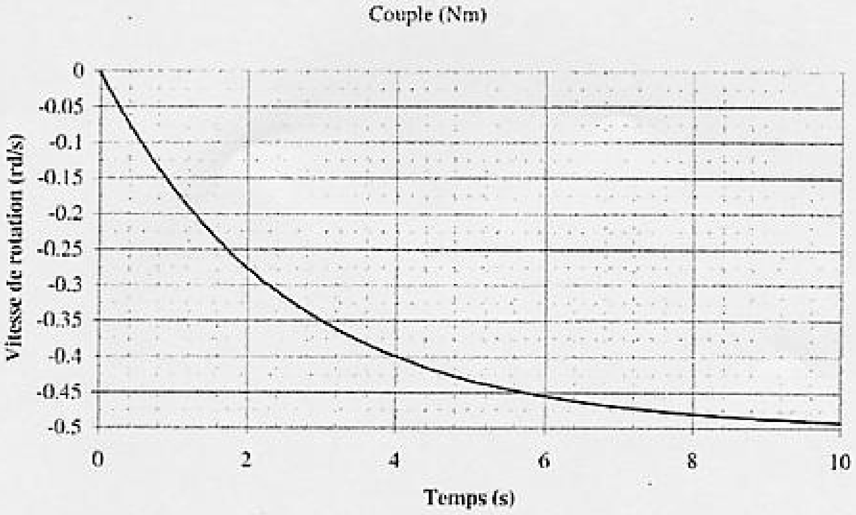


Figure 1 : Evolution de la vitesse de rotation en réponse à un échelon de couple de 1Nm.

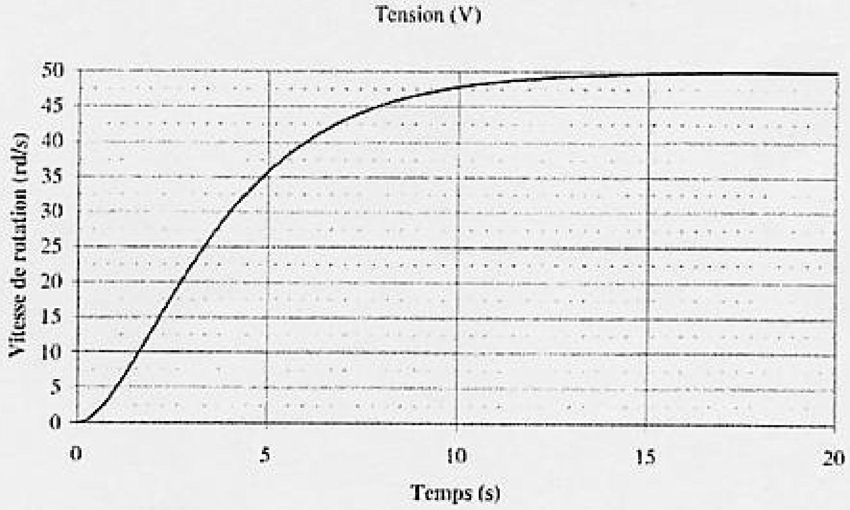


Figure 2 : Evolution de la vitesse de rotation en réponse à un échelon de tension de commande U_0=10V.

2ème partie : régulateur proportionnel

On considère les valeurs numériques suivantes dans cette partie et la suivante (à noter que ces valeurs numériques ne sont pas forcément liées aux valeurs numériques obtenues dans la partie précédente...) :

- T_1=1s
- T_2=2s
- K_1=12.5 USI (même unité que celle définie dans la partie précédente)
- K_2=0.4 USI (même unité que celle définie dans la partie précédente)

Afin de réduire l'influence du couple C sur la vitesse, on désire asservir la vitesse. Pour cela :

- on mesure la vitesse ω (en rad/s) à l'aide d'une dynamo tachymétrique fournissant une tension v proportionnelle à la vitesse : v=k.ω (on a mesuré une tension v=10.47V pour une vitesse de 1000 tr/min).
- cette tension est ensuite comparée à une tension de consigne notée v_c. L'écart v_c-v est ensuite amplifié par un amplificateur de gain A alimentant l'entrée u du moteur électrique d'entraînement du radar.

2.1 Calculer la valeur numérique du coefficient k. Préciser également son unité.

2.2 Faire le diagramme fonctionnel (schéma bloc) du système ainsi asservi. Préciser la grandeur d'entrée, la grandeur de sortie, la grandeur perturbatrice.

2.3 Donner la fonction de transfert relative à l'entrée principale $V_c(p)$:

$$W(p)=\frac{\Omega(p)}{V_C(p)} \quad \text{(pour C(p)=0)}$$

2.4 Donner la fonction de transfert relative à l'entrée de perturbation :

$$H(p)=\frac{\Omega(p)}{C(p)} \quad \text{(pour } V_c(p)=0\text{)}$$

2.5 En utilisant le critère de Routh, définir pour quelles valeurs de A le système sera stable.

2.6 Calculer la valeur de A pour que le système d'entrée v_c et de sortie ω présente un coefficient d'amortissement égal à $\sqrt{2}/2$.

2.7 Pour la valeur de A déterminée dans la question 2.6, déterminer l'expression de Ω(p) pour un échelon de couple d'amplitude 1Nm en entrée (en supposant $V_c(p)$=0). Calculer alors la vitesse obtenue en sortie en régime permanent. Comparer cette valeur à celle obtenue lorsque le système n'est pas asservi (cf. partie 1 du problème). Conclure quant à l'intérêt de l'asservissement.

3ème partie : optimisation du correcteur

Le signal d'écart v_c-v passe à travers un régulateur de fonction de transfert R(p) avant d'attaquer l'amplificateur A pour lequel on adopte un gain A=2,5.

3.1 Modifier le diagramme fonctionel de la question 2.1 pour y insérer le correcteur R(p).

3.2 On souhaite annuler complètement en régime permanent l'effet de la perturbation (supposée constante).

- Réécrire la fonction de transfert H(p) (notée H'(p)) en incluant le correcteur R(p).
- Réécrire l'expression de Ω(p) pour un échelon de couple d'amplitude 1Nm (avec $V_c(p)$=0) (cf. question 2.7).
- Déterminer alors la forme du correcteur R(p) <u>le plus simple</u> à adopter pour répondre au cahier des charges demandé.
- Etudier finalement la stabilité du système obtenu en fonction de la valeur de A.