

Module : commande des systèmes linéaire

TD 02 (Calcul des contrôleurs)

Exercice 01

On considère un processus de fonction de transfert

$$H(p) = \frac{1000}{p(p+10)^2}$$

1. Ce système est mis dans un asservissement à retour unitaire avec un correcteur **P** de gain k . Donner le schéma fonctionnel du système asservis.
2. Calculer la valeur de k qui assure au système une marge de phase 45°
3. la consigne est un signal échelon unitaire. Calculer l'erreur en régime entre la consigne et la sortie du système. Répondre à la même question si la consigne est une rampe de pente 1.
4. On désire avoir maintenant un asservissement respectant les conditions suivantes :
 - erreur statique nulle, $\varepsilon_p(\infty) = 0$,
 - erreur de trainage finie, $\varepsilon_v(\infty) = 5\%$.

Pour ce faire, on adjoint au correcteur proportionnel **P**, un correcteur à **retard de phase**.

- Donner le nouveau schéma fonctionnel de l'asservissement.
- Calculer les paramètres du correcteur

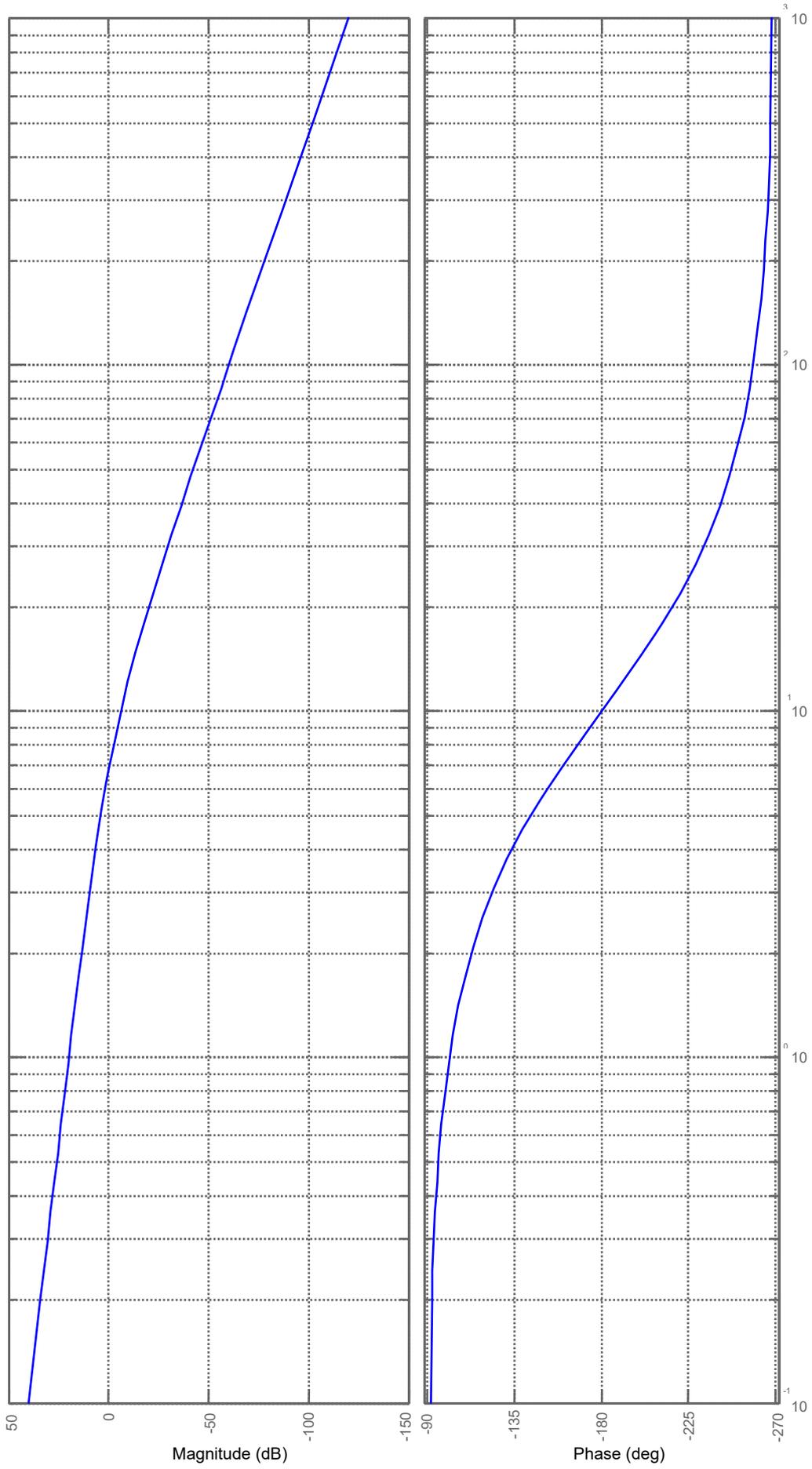
Exercice 02

On considère de nouveau le système de fonction de transfert

$$H(p) = \frac{1000}{p(p+10)^2}$$

Le diagramme de Bode du système $H(p)$ est représenté par la figure suivante :

Bode Diagram



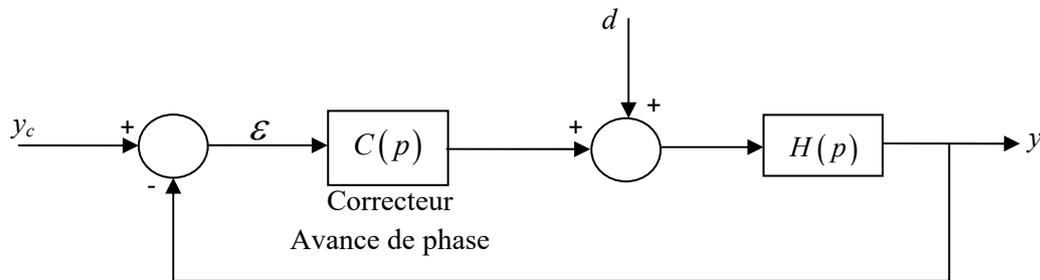
I. D'après le diagramme de bode sans calcul. Déterminer la pulsation de coupure (ω_{c0}) et la marge phase (m_ϕ).

On désire réaliser un asservissement à retour unitaire utilisant un correcteur à avance de phase qui permet de satisfaire le cahier de charges suivant :

- Une pulsation de coupure $\omega_{c0} = 5 \text{ rad / s}$,
- Une marge de phase $m_\phi = 70^\circ$,
- Et une erreur statique nulle.

1. Donner le schéma fonctionnel du système asservi,
2. Déterminer la marge de phase qu'aurait le système non corrigé à cette pulsation ($\omega_{c0} = 5 \text{ rad / s}$).
3. En déduire les paramètres du correcteur.

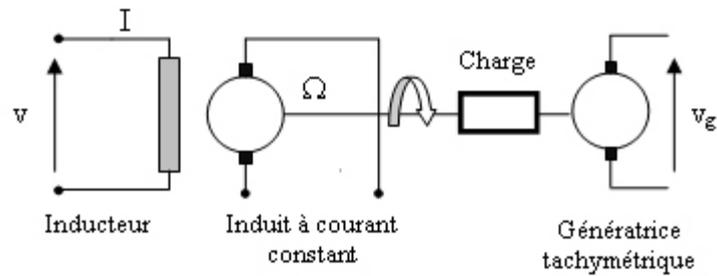
II. On considère que le système asservi subit des perturbations notées d . Ces perturbations agissent sur la transmission de la commande au système comme montre la figure ci-dessous.



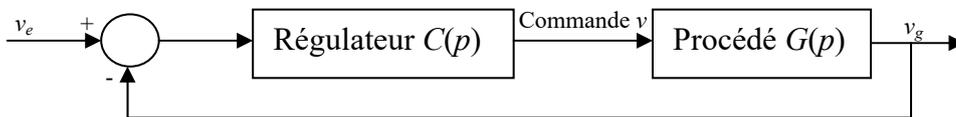
- (a) Donner l'expression de $E(p)$ (transformée de Laplace de l'erreur ε) en fonction de $Y_c(p)$ et $D(p)$.
- (b) Calculer l'erreur en régime permanent si la consigne est un échelon unitaire et si on considère que la perturbation est constante ($d=1$).
Si l'erreur statique n'est pas nulle en présence de perturbation on introduit un correcteur **PI** en plus de l'avance de phase, déterminer les paramètres de ce contrôleur **PI** sans modifier les performances du cahier de charges initial.

Exercice 03

Soit un asservissement de vitesse d'un moteur à courant continu représenté par la figure suivante.



Ω désigne la vitesse de rotation du moteur mesurée par une génératrice tachymétrique délivrant une tension v_g et v représente la tension de commande de l'inducteur. L'objectif est d'asservir la vitesse Ω à une tension de référence v_e selon le schéma d'asservissement suivant.



Le système à contrôler est donné par sa fonction de transfert suivante :

$$G(p) = \frac{K_s}{(1+T_1 p)(1+T_2 p)}$$

avec : $K_s=5$ $T_1=0.1$ s $T_2=0.5$ s

Le but est la synthèse d'un correcteur selon le cahier de charges suivant :

- ✓ Erreurs indicielle nulle. (Précision statique parfaite)
- ✓ Marge de phase MP = 45°.

Pour ce faire, on commence à introduire un régulateur proportionnel de gain k_p

On respectant le cahier de charge, déterminer

1. La valeur de k_p

Afin d'avoir une erreur indicielle nulle on utilise un correcteur **PI** de fonction de transfert

$$c(p) = k_p \frac{1+T_i p}{T_i p}$$

2. Déterminer la valeur du paramètre T_i afin de ne pas modifier la valeur de k_p .

On reprend le même système que dans l'exemple précédent avec le cahier des charges suivant:

- ✓ Erreurs indicielle maximale de 0.5 lorsque la consigne est un échelon d'amplitude égal à 10;
- ✓ Marge de phase MP = 45°.

On commence avec l'introduction d'un correcteur proportionnel **P** de gain **k**

1. D'après le cahier de charge déterminer la valeur de **k**
2. Est ce que le régulateur **P** permet de répondre aux deux contraintes du cahier des charges. Si non on utilise un correcteur **PD** à adjoindre au correcteur **P** précédent
3. Déterminer les paramètres de ce contrôleur

Exercice 04

Soit le système modélisé par la fonction de transfert suivante :

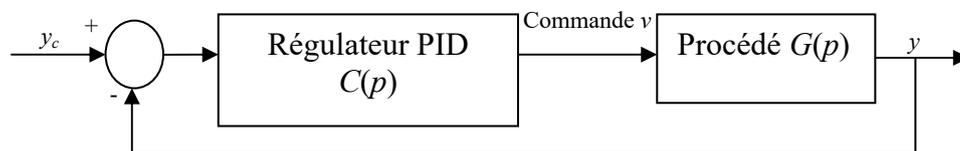
$$G(p) = \frac{K}{p^2 + 2\xi\omega_n p + \omega_n^2}$$

Avec : $\xi = 0.2$, $\omega_n = \sqrt{3} \text{rad/s}$, $K = 300$

Ce système est mis dans un asservissement à retour unitaire avec un correcteur **PID** ayant la fonction de transfert suivante :

$$C(p) = K_c \frac{(1 + T_i p)(1 + T_d p)}{T_i p}$$

représenté par le schéma bloc suivant



1. Calculer les paramètres du régulateur PID en respectant le cahier de charge en BF suivant :

- ✓ Erreur statique nulle
- ✓ $\omega_{c0} = 10 \text{ rad/s}$ et $m_\varphi = 60^\circ$