

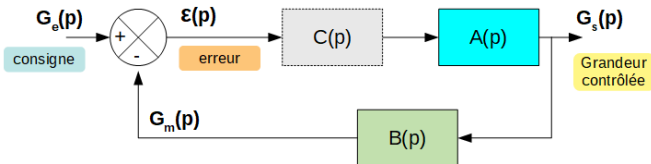
Asservir un système

OBJECTIFS

- SCHÉMATISER UNE BOUCLE D'ASSERVISSEMENT.
- DIFFÉRENCIER LES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME EN BOUCLE OUVERTE ET EN BOUCLE FERMÉE.
- RAPPELER LE RÔLE D'UN CORRECTEUR DANS UNE BOUCLE D'ASSERVISSEMENT.

1. Boucle ouverte et boucle fermée

On s'intéresse au système bouclé suivant :



où :

- $A(p)$: système à asservir
- $B(p)$: système de mesure (retour) de la grandeur à asservir
- $C(p)$: correcteur de l'asservissement
- $G_e(p)$: grandeur physique de consigne
- $G_s(p)$: grandeur physique de sortie
- $\varepsilon(p)$: erreur entre la consigne et la sortie

1. Calculez la fonction de transfert en boucle ouverte : $TF_{BO}(p) = \frac{G_m(p)}{\varepsilon(p)}$
2. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée : $TF_{BF}(p) = \frac{G_s(p)}{G_e(p)}$
3. Ce système peut-il être instable ?

2. Asservissement en vitesse d'un MCC

On rappelle qu'un moteur à courant continu peut être modélisé sous la forme (si les frottements visqueux sont négligés) :

$$H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{1}{K_C} \cdot \frac{1}{(1 + \tau_m \cdot p) \cdot (1 + \tau_e \cdot p)}$$

Avec $\tau_m = R \cdot J / K^2$ et $\tau_e = L / R$

Et où :

- $U(p)$: tension d'alimentation
- $\Omega(p)$: vitesse de rotation
- K_C : coefficient de conversion ; J : inertie du moteur

On prendra les valeurs suivantes : $K = 0.1 \text{ Nm/A}$ (ou en V/rd/s), $J = 0.01 \text{ jg. m}^2$, $L = 0.5 \text{ mH}$ et $R = 0.1 \Omega$.

1. Donnez les expressions de H_0 , le gain statique, m_H , le facteur d'amortissement, et de ω_H , la pulsation propre de ce système par identification à un système du second ordre.
2. Calculez les valeurs de m_H , le facteur d'amortissement, et de ω_H , la pulsation propre de ce système.

On souhaite asservir en vitesse ce moteur avec un capteur qui a pour fonction de transfert $M(p) = 1$.

On appellera $\Omega_s(p)$ la vitesse de sortie et $U_e(p)$ la tension de consigne.

3. Proposez un schéma bloc du système complet.
4. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée de ce système :

$$G(p) = \frac{\Omega_s(p)}{U_e(p)}$$

5. Donnez les expressions et calculez les valeurs de G_0 , le gain statique, m_G , le facteur d'amortissement, et de ω_G , la pulsation propre de ce système par identification à un système du second ordre.

On souhaite corriger l'asservissement en vitesse de ce moteur par un correcteur proportionnel $C(p) = K$.

6. Proposez un schéma bloc du système complet.

7. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée de ce système :

$$F(p) = \frac{\Omega_s(p)}{U_e(p)}$$

8. Donnez les expressions de F_0 , le gain statique, m_F , le facteur d'amortissement, et de ω_F , la pulsation propre de ce système par identification à un système du second ordre.
9. Donnez les valeurs de F_0 , de m_F et de ω_F pour (a) $K = 5$ (b) $K = 50$.

3. Amplificateur Linéaire Intégré et rebouclage

3.1. Etude d'un suiveur / amplificateur non-inverseur

On peut modéliser un amplificateur linéaire intégré par un système du premier ordre de type :

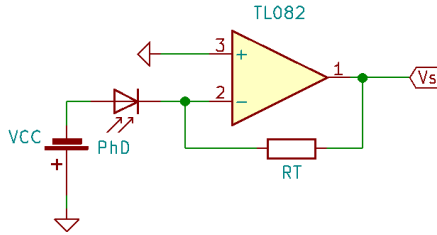
$$A(p) = \frac{V_S(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{A_0}{1 + \frac{p}{\omega_c}}$$

où $V_S(p)$ est la tension de sortie de l'ALI et $\varepsilon(p) = V^+(p) - V^-(p)$ la tension différentielle d'entrée.

1. Quelle relation existe-t-il entre A_0 , ω_c et GBP (le produit gain bande-passante de l'ALI) ?
2. Tracez la réponse en fréquence asymptotique en gain de ce système.
3. Calculez le gain statique et la pulsation (ou fréquence) caractéristique de ce système si on suppose que $A_0 = 10^5$ et $GBP = 3$ MHz ?
4. Proposez un schéma bloc pour un **montage suiveur**.
5. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée de ce montage.
6. Que valent à présent le gain statique et la pulsation caractéristique de ce système (pour les mêmes valeurs de A_0 et GBP) ?
7. Proposez un schéma bloc pour un **montage amplificateur non-inverseur**.
8. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée de ce montage.
9. Que valent à présent le gain statique et la pulsation caractéristique de ce système (pour les mêmes valeurs de A_0 et GBP) ?

3.2. Etude du transimpédance

On s'intéresse à présent au montage transimpédance suivant :



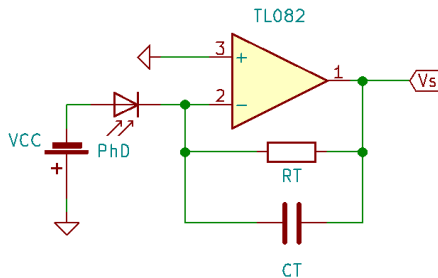
On modélise l'amplificateur linéaire intégré par la fonction de transfert suivante (voir paragraphe précédent) :

$$A(p) = \frac{V_S(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{A_0}{1 + \frac{p}{\omega_c}}$$

On appelle $I_{PhD}(p)$ le courant sortant de la photodiode.

1. Rappelez le modèle équivalent d'une photodiode. A quoi sert la source de tension V_{CC} ?
2. Calculez la fonction de transfert $H(p) = \frac{V_S(p)}{I_{PhD}(p)}$.
3. Calculez la pulsation propre de ce système et le coefficient d'amortissement.
4. Comparez ces valeurs à la pulsation propre du montage de photodétection "simple" (sans ALI).

On utilise à présent le montage suivant :



5. Calculez la nouvelle fonction de transfert $G(p) = \frac{V_S(p)}{I_{PhD}(p)}$.
6. Calculez la pulsation propre de ce nouveau système et le coefficient d'amortissement.