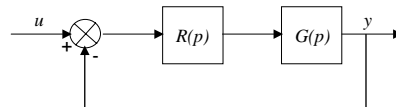


## Travaux Pratiques d'Automatique n° 2

### Étude temporelle et étude fréquentielle de systèmes

Dans tout ce TP, on considérera des asservissements à retour unitaire du type :



Le but de ce TP est de faire la liaison entre les caractéristiques fréquentielles du système en boucle ouverte et temporelles du système (corrigé) en boucle fermée.

Dans le plan de Black, on utilisera l'abaque de Nichols : l'intersection du lieu de la fonction de transfert  $G(j\omega)$  avec cette abaque donne le module et l'argument de la fonction de transfert  $H(j\omega) = \frac{G(j\omega)}{1 + G(j\omega)}$  c-à-d de la fonction de transfert du système bouclé à retour unitaire. L'abaque de Hall est l'isomodule à 2.3 db.

Les simulations seront faites à l'aide du logiciel Scilab.

## 1 Correction proportionnelle

Dans cet exercice le correcteur considéré est un gain proportionnel  $K$ .

Soit la fonction de transfert en boucle ouverte

$$G(p) = \frac{4}{p^2 + 0.4p + 4}$$

1. Déterminer le gain statique du système en boucle ouverte. En déduire le gain statique du système corrigé en boucle fermée.
2. Tracer le lieu de Black du système en boucle ouverte. En déduire la marge de gain  $\Delta G$ , la marge de phase  $\Delta\varphi$  du système. A quoi servent ces informations ?
3. Peut-on, dans le plan de Black savoir si le système de fonction de transfert  $G(p)$  est résonant en boucle ouverte ? Si oui, donner la valeur du gain à la résonance et la fréquence de résonance à l'aide du tracé précédent.
4. Peut-on à l'aide du lieu de Black du système en boucle ouverte savoir si le système est résonant en boucle fermée ? Si oui, expliquer pourquoi. Déterminer la valeur du gain à la résonance et la fréquence de résonance du système en boucle fermée lorsque  $K = 1$ . Que se passe-t-il si  $K \neq 1$  ?

- Tracer les diagrammes de Bode de  $G(p)$ . En déduire le gain statique, la pulsation de coupure  $\omega_C$ , la pulsation de résonance  $\omega_R$ , le gain à la résonance et le facteur de résonance du système en boucle ouverte (le système étant un système du second ordre, il est possible de calculer exactement ces valeurs, **ce qui sera fait lors de la préparation**).

*Rappel : Soit  $G(p)$  la fonction de transfert étudiée et soit  $\omega_R$  la pulsation de résonance associée. Alors, le gain à la résonance ou surtension est défini par  $|G(j\omega_R)|$  et le coefficient de surtension par  $\left| \frac{G(j\omega_R)}{G(0)} \right|$ .*

- Tracer la réponse indicielle du système en boucle ouverte ( $K = 1$ ). Mesurer le premier dépassement, l'erreur de position (écart statique), le temps de réponse à 5% et la pseudo-période du régime transitoire.
- Tracer la réponse indicielle du système en boucle fermée. Commenter le résultat obtenu.
- Déterminer le correcteur proportionnel de gain  $K_1$  permettant d'obtenir un écart statique de 5% en boucle fermée. Quelle est alors la marge de phase de  $K_1 G(p)$ ? Tracer la réponse indicielle du système en boucle fermée pour  $K=K_1$ . Commenter le résultat obtenu.
- Déterminer le gain  $K_2$  permettant d'obtenir une marge de phase de  $45^\circ$ . Tracer la réponse indicielle du système en boucle fermée. Commenter le résultat obtenu.

## 2 Influence des différents correcteurs

La fonction de transfert entre la tension de consigne et la vitesse de rotation d'un moteur électrique est donnée par :

$$G(p) = \frac{G_0}{(1 + \tau_e p)(1 + \tau_m p)}$$

avec  $G_0 = 10\pi[\text{rad.s}^{-1}\text{V}^{-1}]$ ,  $\tau_m = 40\text{ms}$ ,  $\tau_e = 8\text{ms}$ .

L'objectif de cet exercice est d'examiner l'influence de différents correcteurs sur les lieux de Black des fonctions de transfert des systèmes corrigés. On tracera ensuite les réponses indicielles des différents systèmes corrigés.

- Déterminer le correcteur proportionnel

$$C_1(p) = K_1$$

tel que le lieu de Black du système corrigé soit tangent à l'abaque de Hall. On précisera quelle est l'utilité d'un tel correcteur.

- Déterminer le correcteur proportionnel intégral :

$$C_2(p) = K_2 \frac{(1 + \tau p)}{\tau p}$$

tel que le système corrigé ait une marge de phase de  $45^\circ$  (en boucle ouverte). Préciser pourquoi on désire s'imposer une telle marge de phase. On pourra choisir le zéro du correcteur de manière à compenser le pôle dominant du système à corriger.

3. Tracer les diagrammes de Bode du système initial et des systèmes corrigés en boucle ouverte puis en boucle fermée. Commenter les résultats obtenus.
4. Même question pour les lieux de Black.
5. Représenter les réponses indicielles des différents systèmes : système en boucle ouverte, système en boucle fermée, système corrigé avec  $C_1(p)$ , système corrigé avec  $C_2(p)$ . Comparer les résultats obtenus.