Devoir d'Automatique

Durée 1h30 – Document de Cours, TD, TP non autorisés

On désire étudier différentes stratégies de commande pour un système dynamique modélisé par une équation différentielle ou une fonction de transfert $G(p) = \frac{Y(p)}{U(p)}$ avec $y(t)$ la sortie du système dynamique et $u(t)$ l'entrée de commande.

1 Etude préliminaire

Une étude préliminaire du système dynamique en boucle ouverte nous permet d'obtenir la réponse du système à une entrée indicielle unitaire (voir la Figure 1) :

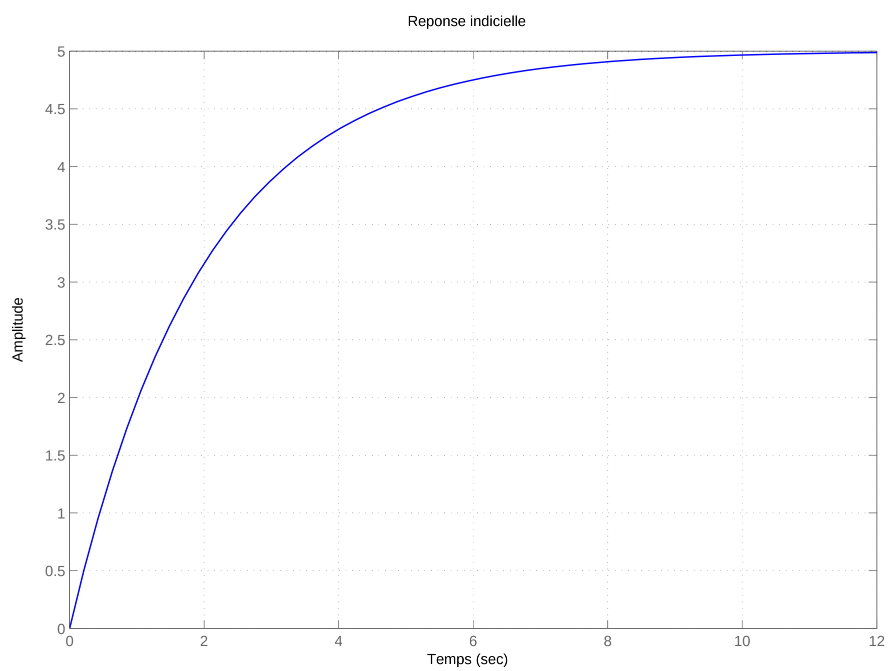

FIG. 1 – Tracé de Bode de $G(p)$

1. Déterminer l'équation différentielle représentant le système. En déduire les paramètres canoniques du modèle.
2. Calculez la réponse indicielle correspondant au tracé de la Figure 1.
3. En déduire que la fonction de transfert $G(p)$ s'écrit $G(p) = \frac{5}{1+2p}$.

2 Etude en boucle ouverte

On considère une première stratégie de commande représentée par la Figure 2 où $U(p) = C(p)R(p)$ et $R(p)$ est la transformée de Laplace du signal de consigne $r(t)$.

1. Calculer la fonction de transfert $F(p) = \frac{Y(p)}{R(p)}$.
2. Etudier la stabilité de $F(p)$ et donner les caractéristiques canoniques de $F(p)$.

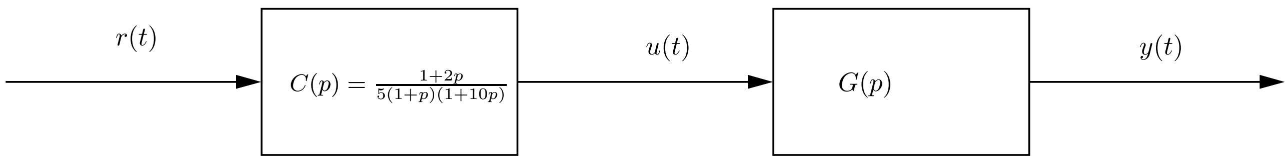

Fig. 2 – Stratégie de commande n° I

3. Calculer la sortie $y(t)$ lorsque le système est initialement au repos et $r(t)$ est un échelon de position unitaire. Préciser la valeur finale et le temps de réponse de la sortie $y(t)$. Quel est le type de régime pour cette réponse indicielle ?

La forme du signal de consigne demeurant inchangée, une perturbation d'amplitude constante $w_y(t) = w_0$ est appliquée sur la sortie $y(t)$ (voir Figure 3).

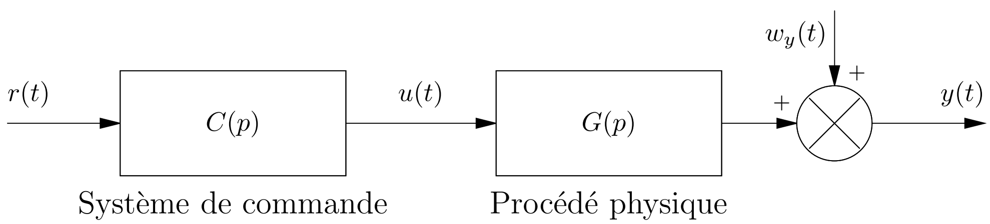

Fig. 3 – Application d'une perturbation sur la sortie du procédé pour la stratégie de commande n° I

4. Effectuer un tracé grossier de l'évolution temporelle de $y(t)$.
5. Conclure sur l'intérêt d'une telle stratégie de commande.

3 Etude en boucle fermée unitaire

La stratégie de commande correspond désormais au schéma bloc de la Figure 4. La présence d'une perturbation sur la sortie est modélisée Figure 5. On considère le système sans perturbation exogène :

1. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée $F(p)$.
2. Montrer que le système asservi est stable.
3. Calculer l'erreur de position et l'erreur de vitesse de l'asservissement.
4. Tracer l'allure de la réponse indicielle.

On considère maintenant que le système asservi est perturbé par une entrée exogène $w_y(t)$, comme le montre le schéma de la Figure 5.

5. Calculer $Y(p)$ en fonction des deux entrées $R(p)$ et $W(p)$.

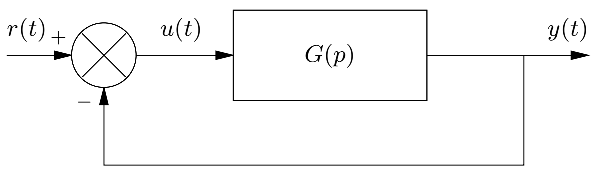

Fig. 4 – Stratégie de commande n° II : fonctionnement nominal

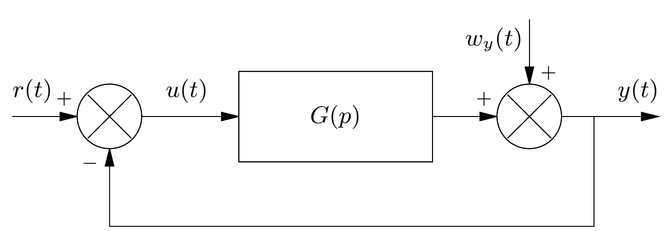

Fig. 5 – Stratégie de commande n° II : présence d'une perturbation additive sur la sortie du procédé

6. Par application du théorème de la valeur finale, indiquer ce que devient le régime permanent de $y(t)$, lorsque $w_y(t)$ est un échelon d'amplitude constante w_0.
7. Tracer l'allure de la réponse indicielle lorsque $r(t)$ est un échelon d'amplitude constante r_0 et $w_y(t)$ est une perturbation d'amplitude constante w_0.
8. Indiquer les avantages et les inconvénients respectifs des stratégies de commandes exposées.

4 Questions de cours

1. Donner la définition d'un système stable.
2. Expliquer la notion d'homogeneité pour un système dynamique.

Tables des transformées de laplace

Echelon	$u(t) = 1$	$U(p) = \frac{1}{p}$
Rampe	$u(t) = t$	$U(p) = \frac{1}{p^2}$
Impulsion	$u(t) = \delta(t)$	$U(p) = 1$
Exponentielle	$u(t) = e^{-at}$	$U(p) = \frac{1}{p+a}$