ENSEIRB **Juin 2007**
Filière Informatique
1ère année – Semestre 2

Epreuve de l'UVI2C
AU103 Automatique
(Durée 2 heures - Tous documents autorisés)

A – Analyse d'un système bouclé
(9 points)

Considérons le schéma synoptique du système bouclé décrit par la figure A.

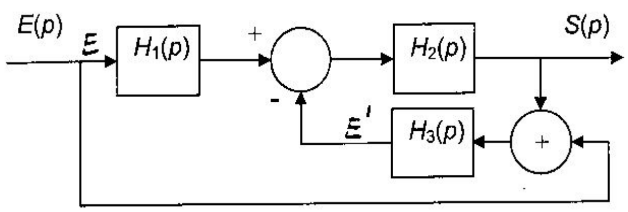

Figure A – Schéma synoptique du système bouclé

A.1 – Déterminer la fonction de transfert $H(p) = S(p)/E(p)$ en fonction de $H_1(p)$, $H_2(p)$ et $H_3(p)$.
A.2 – Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $\beta(p)$ permettant d'analyser la stabilité de ce système bouclé.

On considère $H_1(p) = \dfrac{1}{0.1+p}$, $H_2(p) = \dfrac{0.01}{p}$ et $H_3(p) = \dfrac{1}{0.2+p}$.

A.3 – Compte tenu de la fonction de transfert en boucle ouverte $\beta(p)$, analyser et justifier la stabilité (ou instabilité) du système bouclé.
A.4 – Déterminer l'expression numérique et si possible compacte de $H(p)$.
A.5 – Déterminer les valeurs initiale et finale de $s(t)$ pour $e(t) = 10\,u(t)$, $u(t)$ étant ici la fonction de Heaviside.
A.6 – Donner l'expression du gain et de la phase de la réponse fréquentielle $H(j\omega)$.
A.7 – Déterminez les limites basse et haute fréquences de $H(j\omega)$ et précisez en le gain et la phase.
A.8 – Compte tenu des pôles et zéros de $H(p)$, construire les diagrammes asymptotiques de gain et de phase de $H(j\omega)$.

B – Commande en boucle fermée

(11 points)

Commande à temps continu (5 points)

Considérons le schéma de commande défini par la figure B.1.

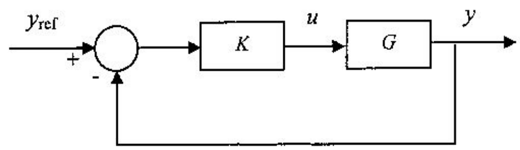

Figure B.1 – Schéma de commande

Les comportements linéaires du procédé et du régulateur sont respectivement modélisés par les fonctions de transfert définies par

$$G(p)=\frac{10}{1+\frac{p}{100}} \quad \text{et} \quad K(p)=\frac{K_0(100+p)}{(1000+p)^2}.$$

B.1 – Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $\beta(p)$ de ce schéma de commande.

B.2 – En déduire l'expression du module et de l'argument de $\beta(\mathrm{j}\omega)$.

B.3 – Calculer les module et argument de $\beta(\mathrm{j}\omega)$ pour $\omega = 1000$ rad/s en fonction de K_0.

B.4 – Déterminer la valeur de K_0 permettant une pulsation au gain unité en boucle ouverte de 2000 rad/s. Quelle est alors la marge de phase ?

B.5 – Indiquer la valeur de K_0 assurant une marge de phase de 60°. Quelle est alors la pulsation au gain unité obtenue ?

Commande à temps discret (6 points)

On utilise maintenant un schéma de commande à temps discret défini par la figure B.2.

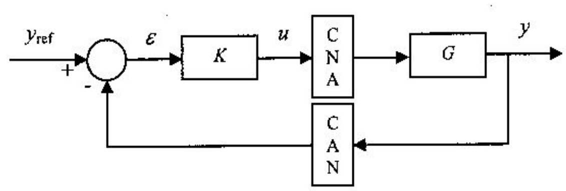

Figure B.2 – Système de commande

En considérant une période d'échantillonnage T_e de 1ms, le comportement fréquentiel du procédé $G(p)$ associé à un bloqueur d'ordre zéro $B_0(p)$ est défini par une fonction de transfert $G_0(z^{-1})$. La figure B.3 présente la réponse fréquentielle de $G_0(z^{-1})$.

On souhaite utiliser un régulateur K de type intégrateur. Compte tenu d'un objectif de pulsation au gain unité en boucle ouverte de ω_u =1000 rad/s, on décide de synthétiser le régulateur avec l'approche bilinéaire et en utilisant la fonction de transfert à temps pseudo-continu

$$K(w) = \frac{K_0\left(1+\frac{w}{v_i}\right)}{\frac{w}{v_i}}.$$

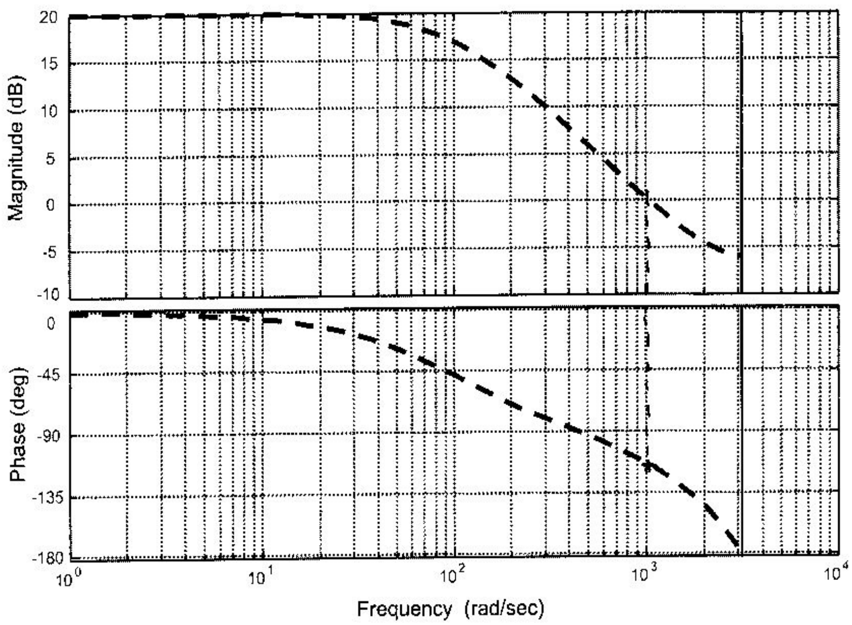

Figure B.3 – Réponse fréquentielle de $G_0(z^{-1})$

B.6 – Mesurer les module et argument de $G_0(z^{-1})$ à la pulsation ω = [illegible]00rad/s.

B.7 – Déterminer la pseudo-pulsation v_u correspondant à pulsation au gain unité en boucle ouverte ω_u =1000 rad/s.

B.8 – Déterminer la valeur de la pseudo-pulsation v_i puis du gain K_0 permettant d'assurer une marge de phase de 40° à la pseudo-pulsation au gain unité en boucle ouverte v_u.

B.9 – Compte tenu de l'expression de $K(w)$, déterminer la forme discrète $K(z^{-1})$ du régulateur.

B.10 – Donner sous la forme d'une équation récurrente la valeur du signal de commande u à chaque instant d'échantillonnage kT_e en fonction du signal u aux instants précédents et du signal d'erreur ε.