

M1 – U.E. CSy

Examen Ecrit du Module P2

Décembre 2013 – Durée 2h – Documents autorisés

N.B. : Vous joindrez à votre copie les pages 4 à 5 sur lesquelles vous n'oublierez pas de porter votre prénom et votre nom.

—

Le sujet comprend quatre exercices pouvant être traités indépendamment les uns des autres.

Exercice I – Analyse d'un asservissement à retour unitaire [5 points]

On considère l'asservissement représenté sur la figure 1 pour lequel $G(p) = \frac{1}{p(1+p)}$.

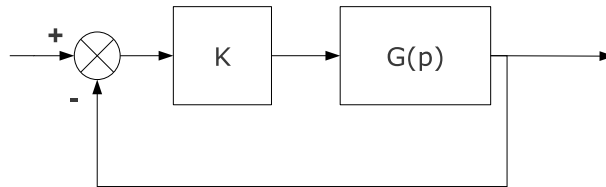


FIGURE 1 – Asservissement de l'exercice I

1. Donner l'expression de la fonction de transfert $T(p)$ en boucle ouverte.
2. Donner l'expression de la fonction de transfert $F(p)$ en boucle fermée.
La mettre sous forme canonique.
3. Donner l'expression, en fonction de K , des pôles p_1 et p_2 de $F(p)$.
4. Quelle est la valeur K_d de K pour laquelle $p_1 = p_2$.
5. Quelle condition doit respecter K pour que p_1 et p_2 soient complexes conjugués?
Dans ce cas, donner l'expression de p_1 et p_2 en fonction de K .
6. Pour $K = 2 K_d$, l'asservissement est-il stable? Justifier.
Donner, pour ce cas, les caractéristiques dynamiques (temps de montée, temps de réponse et premier dépassement) attendues pour l'asservissement.
7. Même question pour $K = 8 K_d$.
Que peut-on dire de l'évolution du temps de montée, du temps de réponse et du premier dépassement en fonction de celle de K (dans le cas $K > K_d$)?
8. Donner la valeur de K au delà de laquelle l'asservissement est instable. Justifier.

Exercice II – Synthèse d'un correcteur [5 points]

On considère l'asservissement représenté sur la figure 2 pour lequel $G(p) = \frac{1}{p(1+p)}$ et $D(p) = K(1 + T_d p)$.

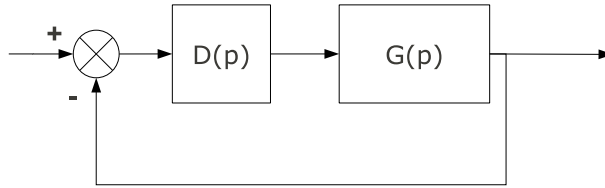


FIGURE 2 – Asservissement de l'exercice II

La figure 4 représente la réponse harmonique, dans le plan de Bode, de $G(p)$.

L'objectif de cet exercice est de synthétiser un correcteur $D(p)$ pour lequel :

- ★ le temps de montée de l'asservissement est du même ordre de grandeur que celui obtenu pour une correction proportionnelle de gain 4,5 ;
- ★ la marge de phase est de 60° .

9. Calculer, en justifiant précisément la démarche, les paramètres K et T_d adéquats du correcteur.

L'évaluation de cet exercice portera essentiellement sur la clarté de la démarche et sur l'exploitation du document de la figure 4.

10. Quelle action faudrait-il ajouter au correcteur $D(p)$ pour annuler l'erreur de position, en régime permanent, de l'asservissement ? Proposer un correcteur – fonction de transfert et valeur des paramètres – qui respecte le cahier des charges initial et permet d'annuler l'erreur de position.

Exercice III – Marge de phase [2 points]

On considère l'asservissement représenté sur la figure 3.

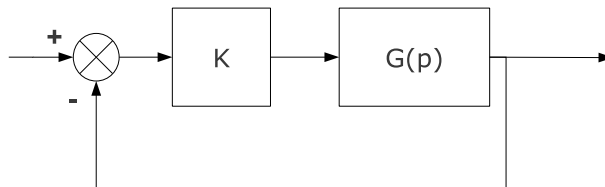


FIGURE 3 – Asservissement de l'exercice III

La réponse harmonique de la fonction de transfert $G(p)$ est reportée sur la figure 5.

11. L'asservissement est-il déstabilisable par action sur K ? Justifier.
12. Quelle condition doit respecter K pour que la marge de phase soit supérieure à 70° (c'est à dire un premier dépassement inférieur à 5%) ? Pour répondre à cette question, utiliser la réponse harmonique de la figure 5 comme support de travail ; y reporter clairement les éléments nécessaires à la démonstration.

Exercice IV – Asservissement de niveau [8 points]

On considère l'asservissement de niveau étudié en Travaux Pratiques et représenté sur la figure 6. L'étude est réalisée dans les mêmes conditions que lors de la manipulation* et les notations sont identiques. On donne la fonction de transfert du procédé bac :

$$G_{\text{bac}}(p) = \frac{K_{\text{bac}}}{1 + T_{\text{bac}}p}$$

et celle du correcteur considéré :

$$D(p) = \frac{K}{T_i p} (1 + T_i p)$$

Une erreur sur l'identification du capteur de gain K_c a conduit à une surestimation de 10% de l'élément placé en amont du comparateur, élément pour lequel on a choisi la valeur de $1,1 K_c$.

13. Faire clairement apparaître sur le schéma-blocs de la figure 6 les signaux $h_c^*(t)$, $h_s^*(t)$ et $i_c^*(t)$;
14. Sur ce même graphique, entourer clairement l'ensemble constitutif du **système de commande**.
15. Quel est le type de correcteur choisi pour l'asservissement ? Quel est l'objectif visé ?
16. Donner l'expression de la fonction de transfert $F(p)$ en boucle fermée. L'exprimer en fonction de K , K_c , K_{bac} , T_{bac} et T_i .
17. Quel est le gain statique de $F(p)$?
18. Calculer l'erreur de position, en régime permanent, de l'asservissement. Ce résultat était-il prévisible ?
19. On rappelle que $K_{\text{bac}} = 6$, $T_{\text{bac}} = 90$ s et $K_c = 0,32$.
Calculer les paramètres K et T_i du correcteur $D(p)$ pour que l'asservissement se comporte comme un système du second ordre d'amortissement $\xi = 0,7$ et de temps de réponse $t_r = 40$ s.
20. Pour le correcteur $D(p)$ synthétisé à la question précédente, dessiner la réponse de l'asservissement à une consigne échelon d'amplitude 2 cm ; veiller à faire apparaître clairement les performances dynamiques (temps de montée, premier dépassement et temps de réponse à 5%) ainsi que les performances en précision statique de l'asservissement.

*. Nous prenons le même point de fonctionnement et considérons des variations faibles des signaux autour de cet état. Les limitations physiques liées au matériel (saturation de commande, ...) ne sont pas considérées ici.

PRÉNOM & NOM :

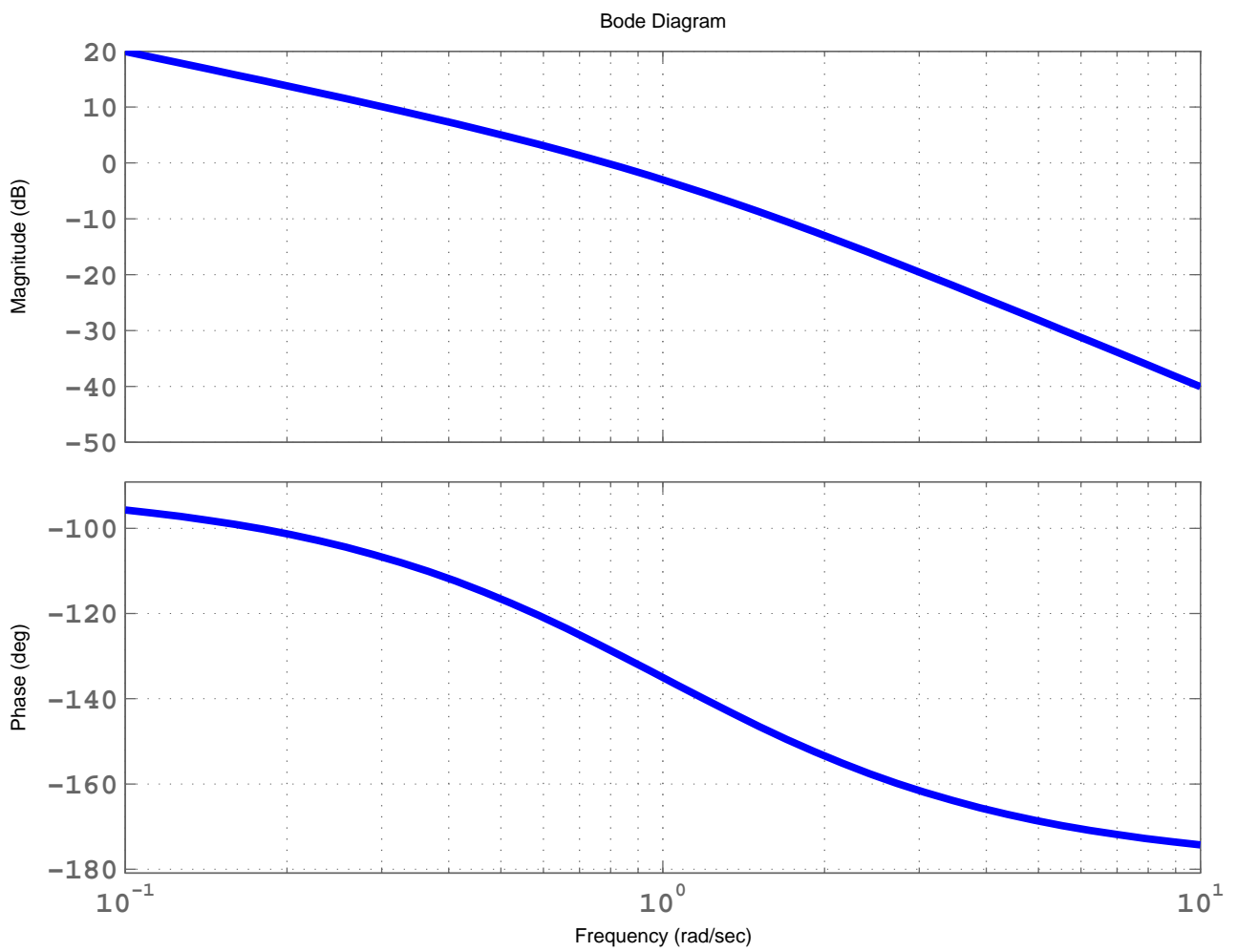


FIGURE 4 – Réponse harmonique de $G(p)$ – Exercice II

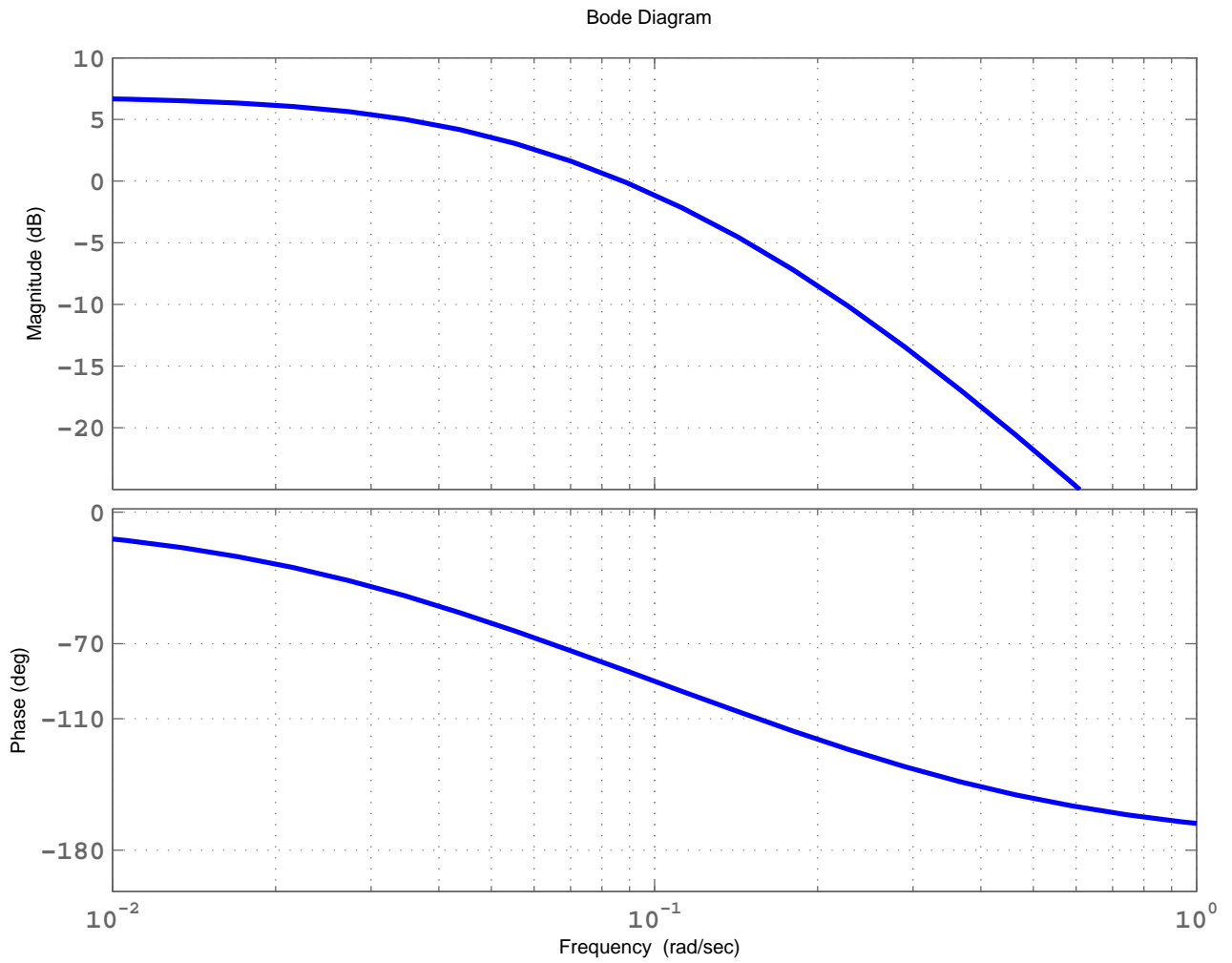


FIGURE 5 – Réponse harmonique de $G(p)$ – Exercice III

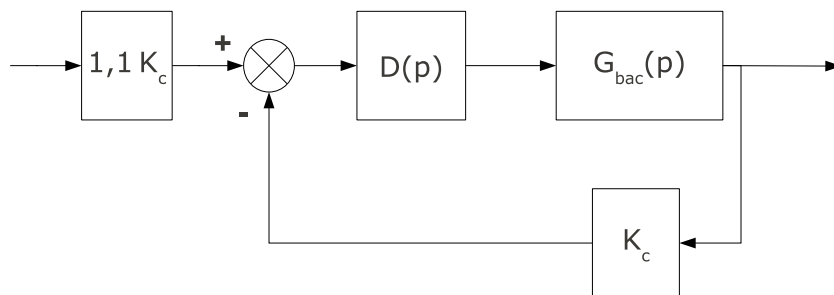


FIGURE 6 – Asservissement de niveau – Exercice IV