

TD Stabilité des systèmes linéaires

Exercice 1 :

1. Dans chacun des cas suivant, dire si le système en boucle fermée est stable.

a) $FTBO(p) = \frac{4}{(1+p)(1+2p)(1+5p)}$

b) $FTBO(p) = \frac{20}{(1+p)(1+2p)(1+5p)}$

c) $FTBO(p) = \frac{3}{p(1+p)}$

d) $FTBO(p) = \frac{0,2(1+5p)}{p^2(1+p)}$

e) $FTBO(p) = \frac{0,2}{p^2(1+p)}$

f) $FTBO(p) = \frac{9}{p^2+9}$

g) $FTBO(p) = \frac{9(p+1)}{p^2+9}$

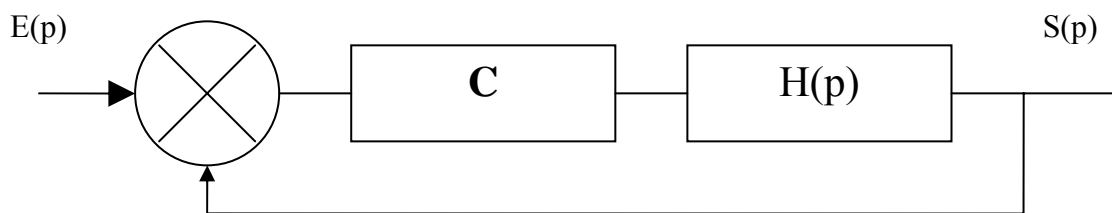
h) $FTBO(p) = \frac{3}{p(1-p)}$

i) $FTBO(p) = \frac{4(1+p)}{(1-p)(1-2p)}$

2. Retrouver ces résultats avec le critère de Routh.

Exercice 2 :

On considère un système asservi représenté par son schéma-bloc suivant :

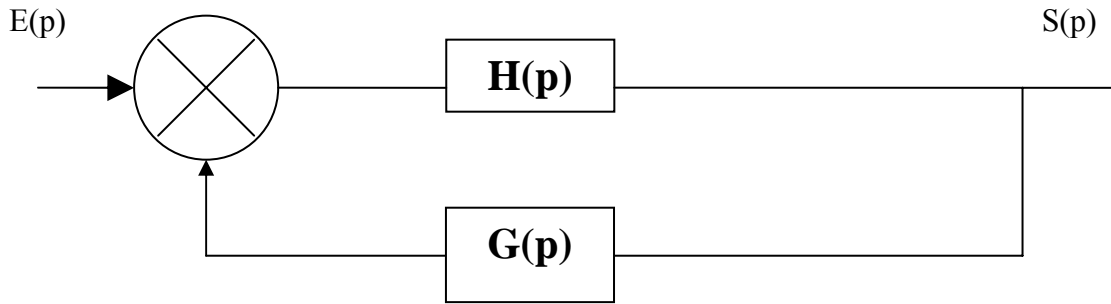


Avec C une constante et $H(p) = \frac{50}{50+15p+p^2}$.

1. Déterminer la FTBO, notée $G(p)$ et la FTBF notée $F(p)$.
2. Donner l'allure des courbes des réponses indicielles de cet asservissement pour $C=0,5$, $C=1$, $C=2$, $C=3$, et $C=5$.
3. Pour chacune des valeurs de C précédentes, tracer le diagramme de Bode asymptotique.
4. Calculer la pulsation ω_1 pour laquelle $20\log|G(j\omega)|=0$ et la pulsation ω_2 pour laquelle l'argument de $G(j\omega)$ vaut -135° .
5. Calculer la valeur de C pour avoir une marge de phase de 45° . Quel est alors l'écart de position (ou écart statique) ?

Exercice 3 :

On considère un système asservi représenté par le schéma bloc suivant :



Avec $H(p) = \frac{K}{p(p+1)}$ et $G(p) = \frac{1}{p+4}$.

Déterminer une condition sur K pour que le système soit stable en boucle fermée et déterminer la valeur de K limite pour que le système soit instable. Pour cette valeur de K limite, déterminer la pulsation qui rend le système instable.

Exercice 4 : Marge de gain et marge de phase

On considère le système de fonction de transfert en boucle ouverte :

$$G(p) = \frac{10}{p(1+0,02p)(1+0,2p)}$$

- 1) Tracer les diagrammes de Bode de ce système.
- 2) En déduire graphiquement les marges de gain et de phase.

Exercice 5 : Valeurs du gain assurant la stabilité

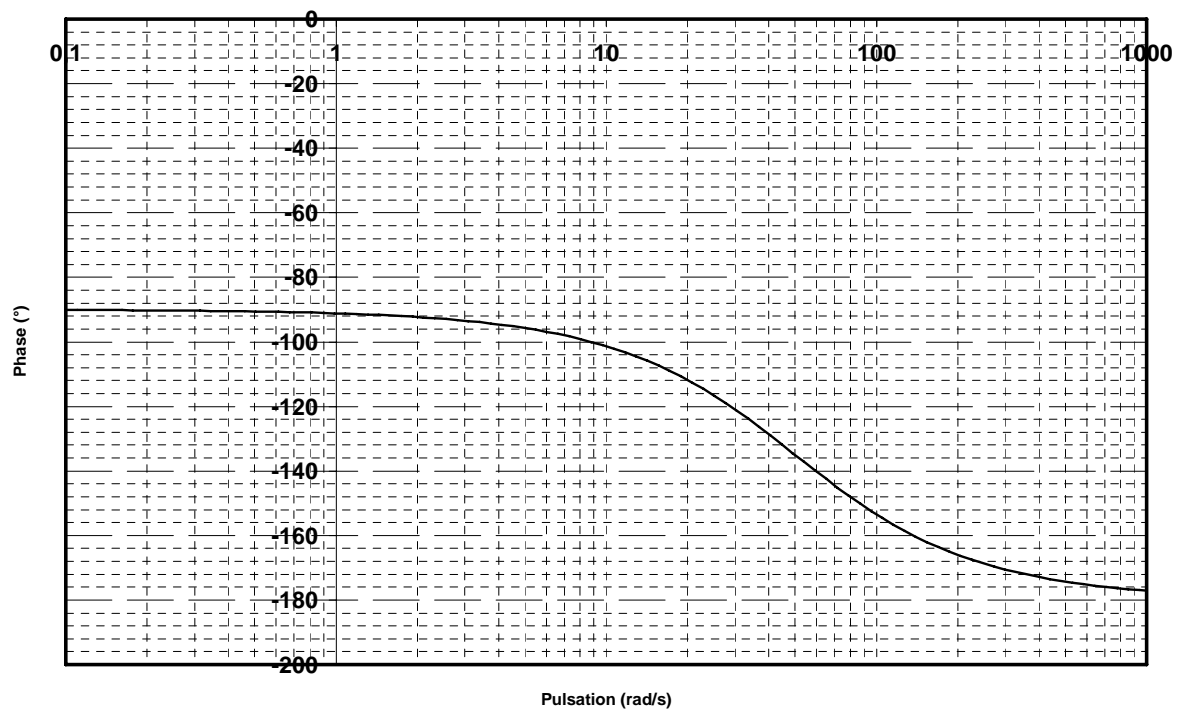
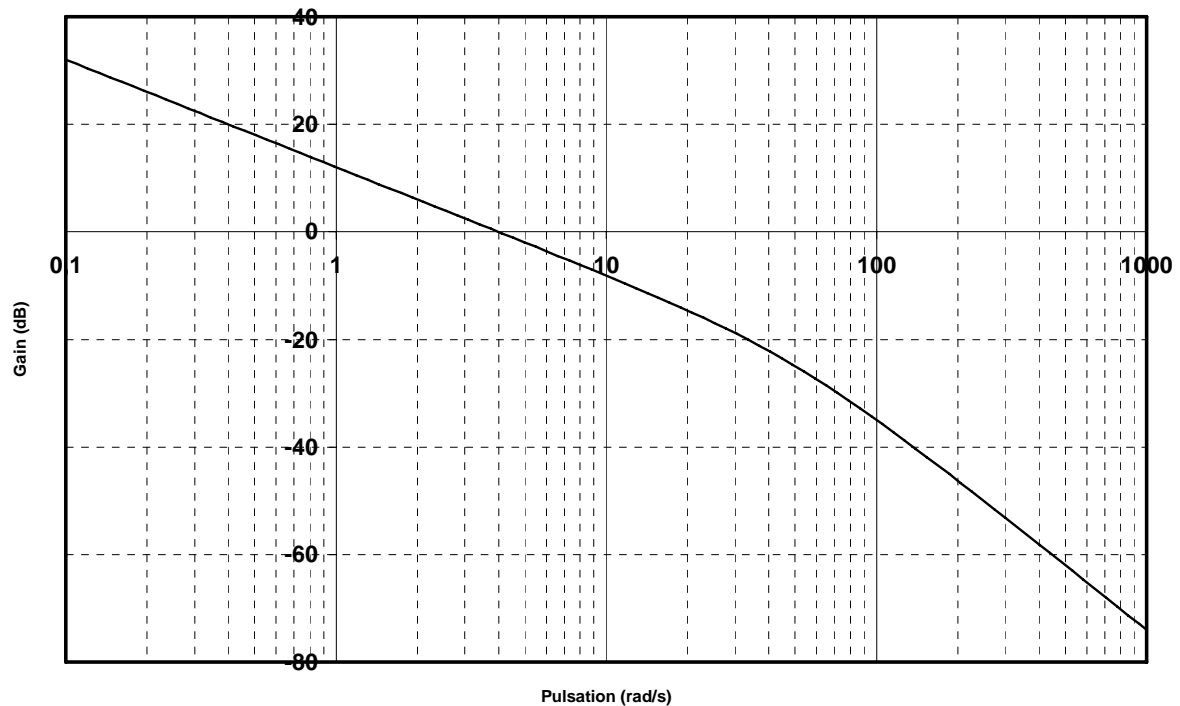
On considère le système de fonction de transfert en boucle ouverte :

$$G(p) = \frac{K}{(p+1)(p+2)(p+4)}$$

- 1) Calculer les marges de gain et de phase lorsque $K=20$.
- 2) Déterminer l'ensemble des valeurs de K pour lesquelles le système en boucle fermée est stable.

Exercice 6 :

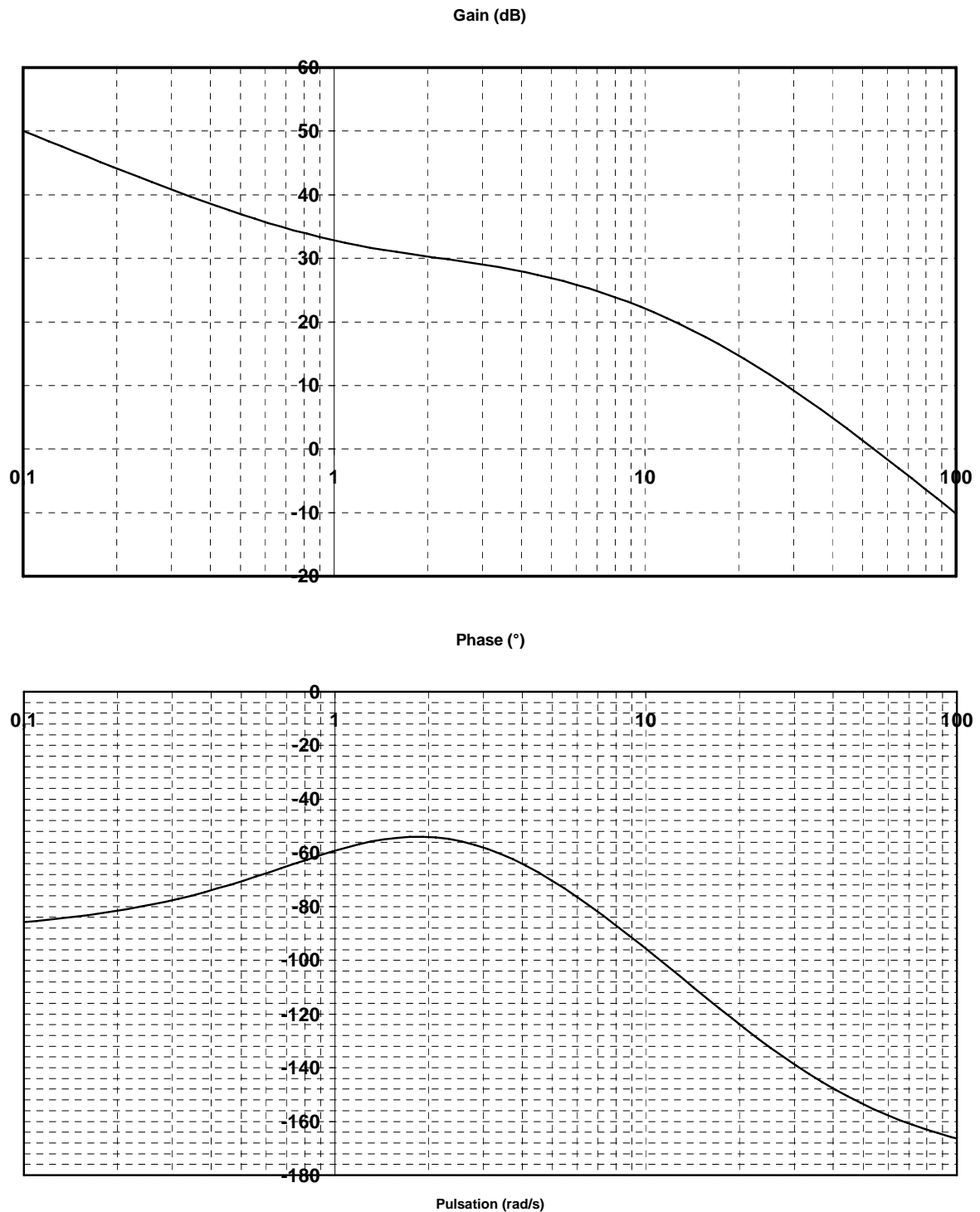
On considère un système asservi dont le diagramme de Bode de la FTBO est le suivant :



1. Déterminer la FTBO.
2. Déterminer l'écart statique et l'erreur de traînage.
3. Afin d'améliorer les performances du système, on souhaite placer un correcteur proportionnel de fonction de transfert $C(p)=K$. Déterminer K pour que le système soit stable avec une marge de phase de 45° et que l'erreur de traînage soit nulle.

Exercice 7 :

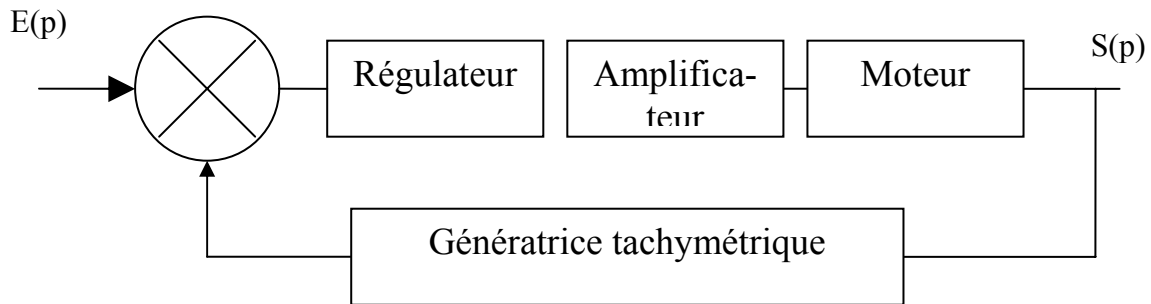
La FTBO d'un système est représentée sur le diagramme de Bode suivant :



1. Le système est-il stable ?
2. Déterminer les marges de phases et les marges de gain.
3. On met en place un correcteur proportionnel. Déterminer la valeur de ce gain qui rend le système stable avec une marge de phase de 45° .

Exercice 8 :

On s'intéresse au système de régulation de vitesse suivant :



Le moteur a pour fonction de transfert : $H(p) = \frac{10}{(1+0,001p)(1+0,02p)}$.

L'amplificateur possède un gain en tension $G=10$.

La génératrice tachymétrique est modélisée par une constante $0,1 \text{ V.s.}$

La fonction de transfert du régulateur est notée $R(p)$. On suppose que le régulateur a une action proportionnelle : $R(p)=K$.

1. Tracer les diagrammes de Bode de la FTBO pour $K=1$.
2. Discuter de la stabilité du système en boucle fermée en fonction des valeurs de K .
3. Donner la valeur de K qui donne au système en boucle fermée un facteur d'amortissement de $0,7$.
4. Calculer l'écart statique vis-à-vis d'une consigne de vitesse échelon. Comment annuler cet écart ?

Exercice 9 : Système avec retard

On considère le système suivant : $G(p) = \frac{K.e^{-0,5p}}{p+1}$.

- 1) Tracer le diagramme de Nyquist de ce système en fixant le gain K à 1 .
- 2) Déterminer la valeur maximale du gain pour que le système reste stable en boucle fermée avec un retour unitaire.

Exercice 10 : Critère de Routh

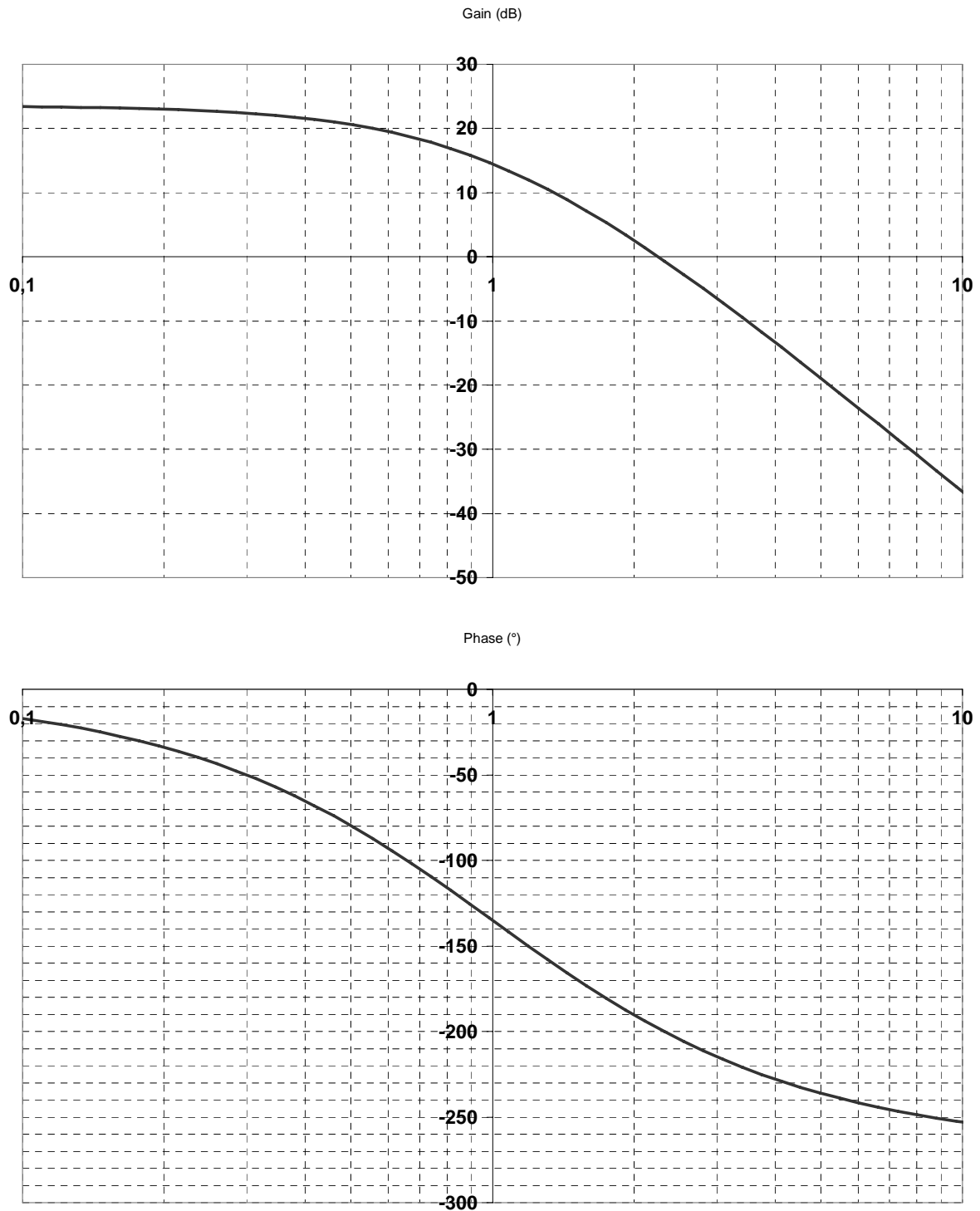
Un asservissement à retour unitaire est défini par la fonction de transfert en chaîne directe :

$$F_{BO}(p) = \frac{K}{p(1+0,1p)(1+4p)}$$

- 1) Calculer la valeur limite de K par le critère de Routh afin d'obtenir la limite de stabilité en BF.
- 2) Même question, mais en utilisant les diagrammes de Bode.
- 3) Toujours en utilisant Bode, déterminer K pour obtenir une marge de phase de 45° .

Exercice 11 :

On considère un système dont le diagramme de Bode de la FTBO est donné ici.



1. Déterminer si le système est stable ou non.
2. On introduit un correcteur proportionnel de gain K . Déterminer la valeur de K_1 assurant une marge de gain 10dB.
3. Déterminer la valeur de K_2 assurant une marge de phase de 45° .