

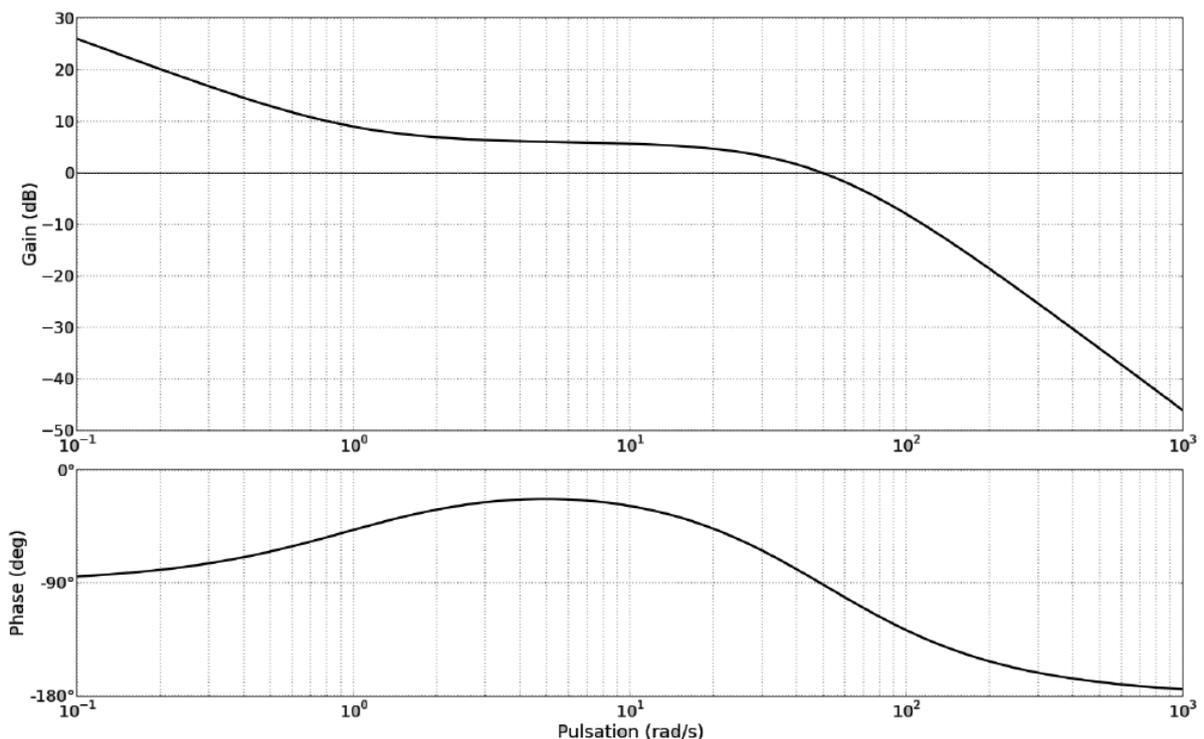
Séquence 9-2

Déterminer les performances d'un système asservi à partir de sa réponse fréquentielle**Mise en bouche**

- 1) À quelle condition sur la FTBO d'un système asservi, celui-ci est-il précis en réponse à un échelon?
- 2) Quel critère permet de quantifier la rapidité à partir de la réponse fréquentielle de la FTBO? Comment est-il lu sur un diagramme de Bode?
- 3) Que quantifient les marges de phase et de gain?
- 4) Définir la marge de gain et la marge de phase et les indiquer par des flèches orientées sur un diagramme de Bode.

Entrée**Exercice 1 : Lecture des performances d'un système asservi**

La FTBO d'un système asservi a pour diagramme de Bode :



Question 1 Déterminer la classe du système.

Question 2 En déduire sa précision en réponse à un échelon.

Question 3 Déterminer sa pulsation de coupure à 0 dB.

Question 4 Déterminer sa marge de phase et sa marge de gain.

Plat

Exercice 1 : Réglage d'un correcteur proportionnel

On s'intéresse à la synthèse d'un correcteur pour le système asservi précédent. Le diagramme de Bode fourni précédemment correspond au système non corrigé, c'est-à-dire avec un correcteur unitaire $C(p) = 1$. On appelle sa fonction de transfert $FTBO_{NC}(p)$ pour Fonction de Transfert en Boucle Ouverte Non Corrigée. On souhaite à présent choisir un correcteur permettant de vérifier le cahier des charges suivant :

Critère	Niveau
erreur statique	0
retard de poursuite	< 0,5 s
pulsation de coupure à 0 dB de la FTBO	>100 rad/s
marge de phase	>45 °
marge de gain	> 12 dB

Question 1 Déterminer par lecture graphique le gain en vitesse K_{NC} de la $FTBO_{NC}$.

Question 2 Déterminer l'erreur de poursuite du système asservi non corrigé en réponse à une rampe de pente k .

Question 3 En déduire le retard de poursuite du système asservi non corrigé.

On se propose de mettre en place un correcteur proportionnel : $C(p) = K_p$.

Question 4 Tracer le diagramme de Bode du correcteur seul.

Question 5 Tracer sur la figure ci-dessous le diagramme de Bode de la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte Corrigée $FTBO_C(p)$ pour $K_p = 10$.

Question 6 Déterminer le gain en vitesse du système asservi corrigé K_C . En déduire le retard de poursuite.

Question 7 Déterminer la pulsation de coupure à 0 dB de la FTBO du système asservi corrigé.

Question 8 Déterminer la marge de phase du système asservi corrigé.

Question 9 Déterminer la marge de gain du système asservi corrigé.

Question 10 Déterminer l'influence du correcteur proportionnel sur chacun des critères d'exigence étudiés. Mettre les résultats sous forme d'un tableau.

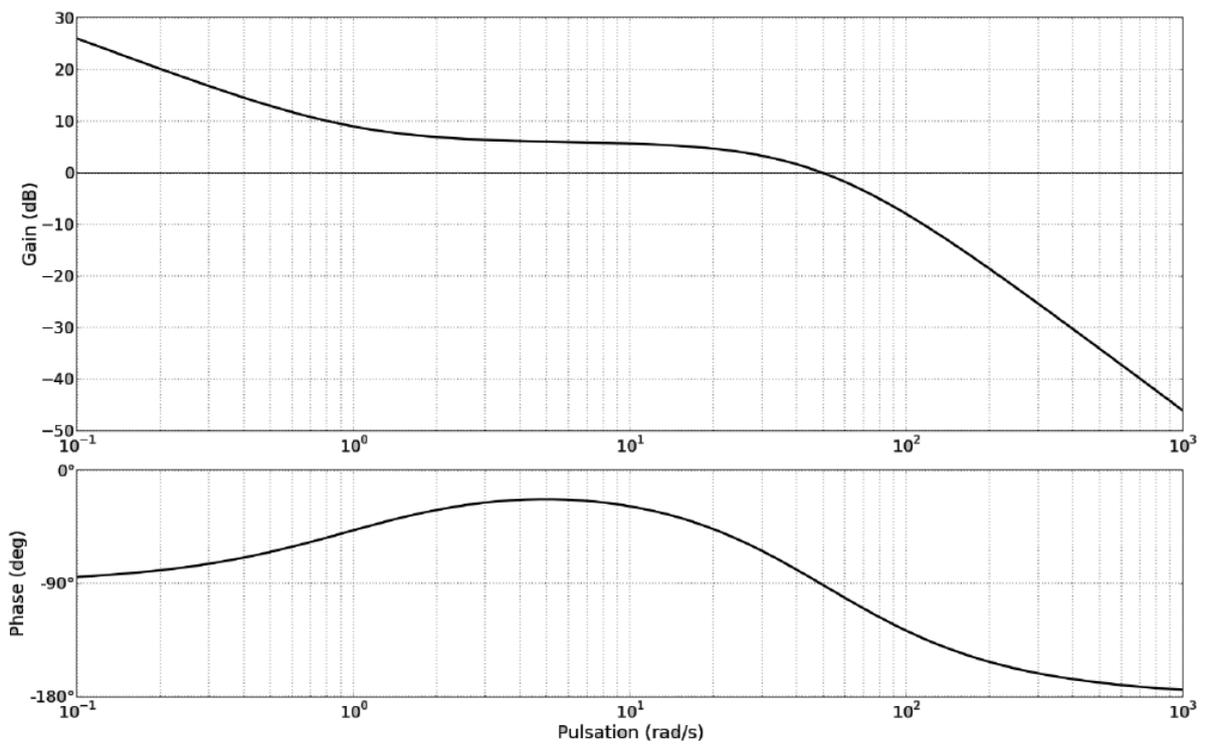
Question 11 Déterminer la plage de valeurs de K_p permettant de vérifier le critère de retard de traînage.

Question 12 Déterminer la plage de valeurs de K_p permettant de vérifier le critère de pulsation de coupure à 0 dB.

Question 13 Déterminer la plage de valeurs de K_p permettant de vérifier le critère de marge de phase.

Question 14 Déterminer la plage de valeurs de K_p permettant de vérifier le critère de pulsation de gain.

Question 15 Choisir une valeur de K_p permettant de répondre au cahier des charges et tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte corrigée $FTBO_C$.

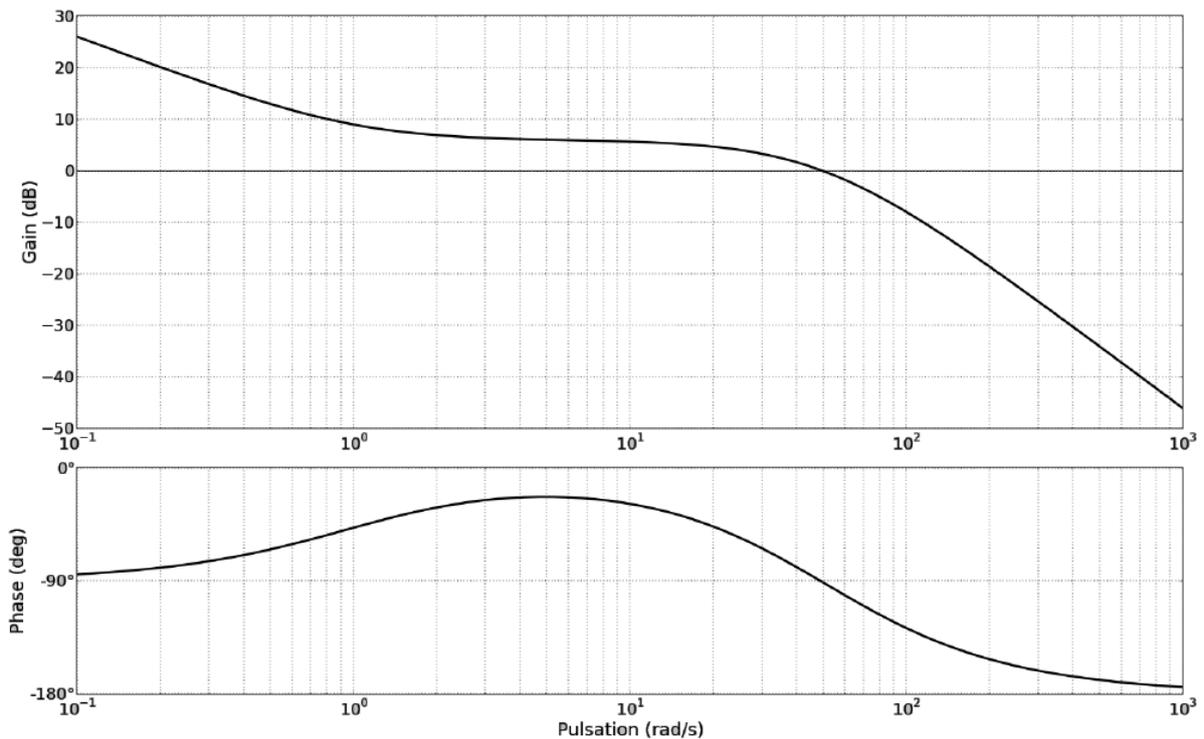


Dessert

Exercice 1 : Réglage d'un correcteur intégral

On s'intéresse à l'asservissement du même système que précédemment mais le cahier des charges est maintenant plus strict : on souhaite une erreur de poursuite nulle.

Critère	Niveau
erreur statique	0
erreur de poursuite	0
pulsation de coupure à 0 dB de la FTBO	>100 rad/s
marge de phase	>45 °
marge de gain	> 12 dB



Question 1 Justifier qu'il n'est pas possible de vérifier ce cahier des charges avec un correcteur proportionnel.

On propose un correcteur intégral dont l'expression est $C(p) = \frac{1}{T_i p}$.

Question 2 Tracer le diagramme de Bode du correcteur seul pour $T_i = 1$ s.

Question 3 Tracer l'allure du diagramme de Bode de la FTBO corrigée avec ce correcteur $FTBO_C$ sur la figure 1.

Question 4 Le système vérifie-t-il les critères de précision du cahier des charges avec ce correcteur?

Question 5 À quelle(s) condition(s) sur T_i les critères de précision sont vérifiés?

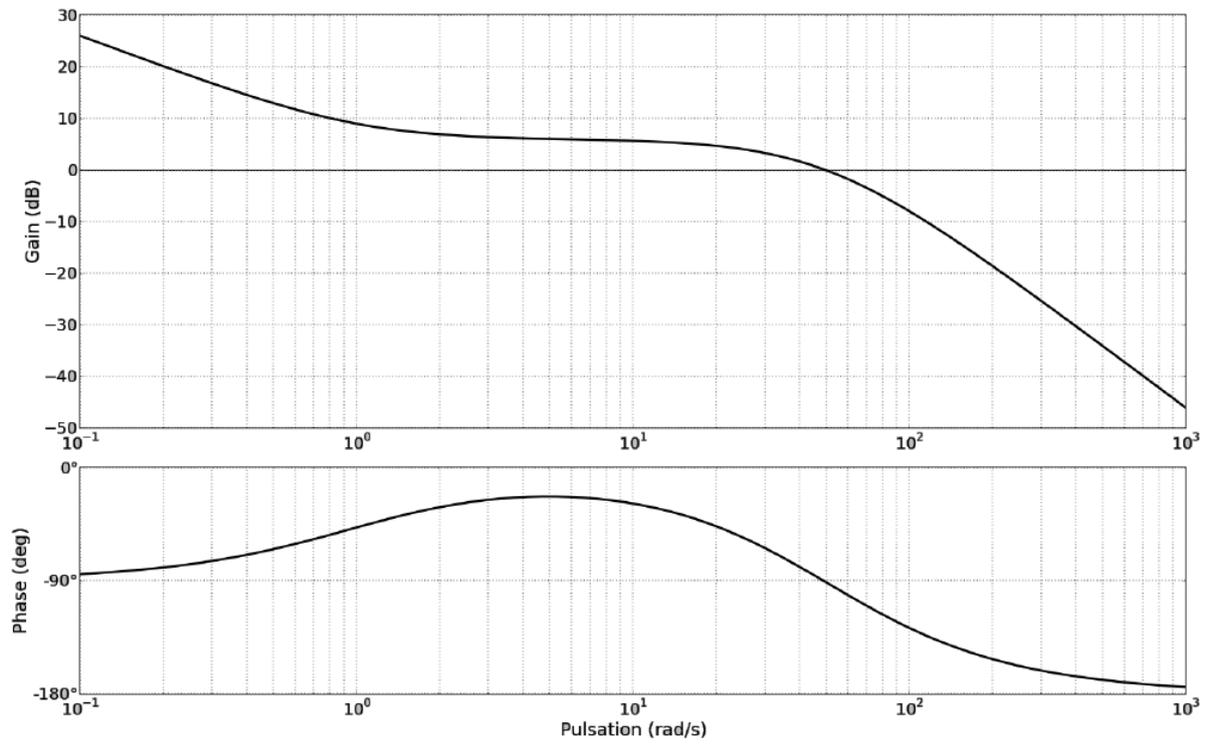
Question 6 Déterminer les performances du système ainsi corrigé pour les autres critères d'exigence.

Question 7 Déterminer l'influence de T_i sur les différentes performances.

Question 8 Est-il possible de trouver une valeur de T_i permettant de répondre au cahier des charges?

Question 9 Proposer une démarche pour choisir K_p en s'assurant de vérifier le critère de rapidité.

FIGURE 1



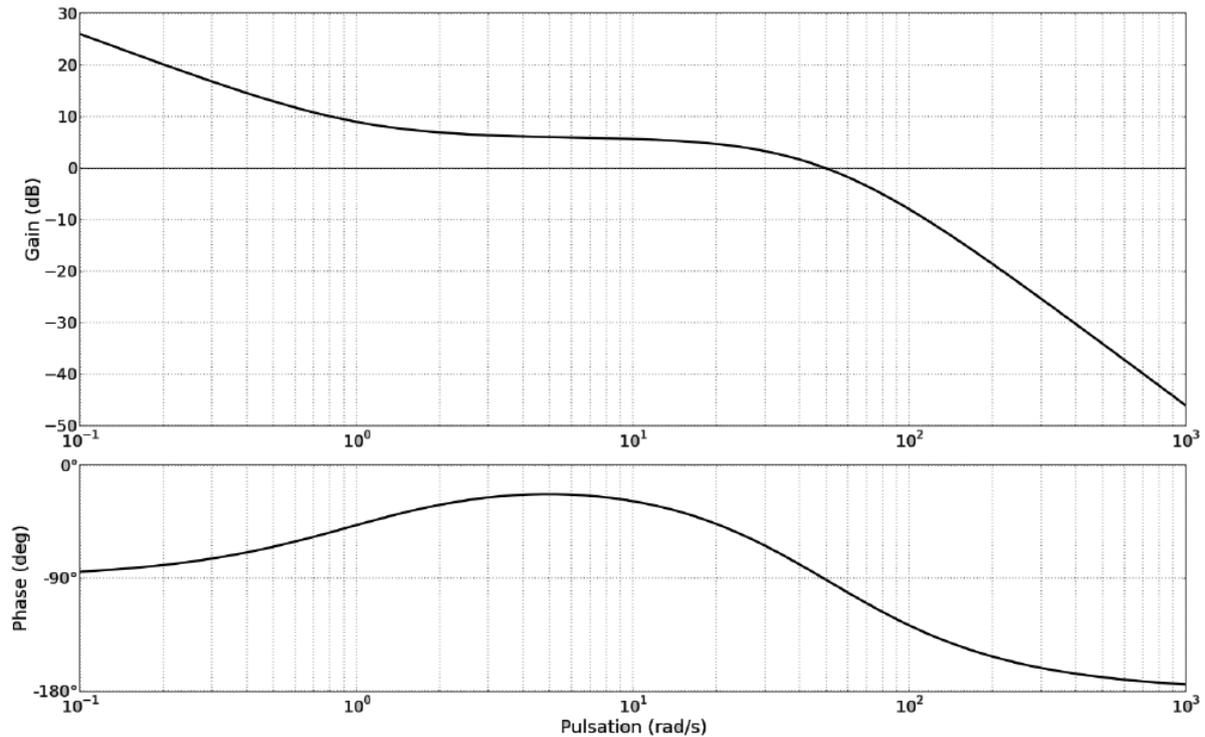
Exercice 2 : Réglage d'un correcteur proportionnel-intégral

On s'intéresse toujours au même système mais on propose maintenant un correcteur proportionnel intégral dont l'expression est $C(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p}\right)$.

Question 1 Mettre $C(p)$ sous forme canonique et tracer son diagramme de Bode pour $K_p = 1$ et $T_i = 1$ s.

Question 2 Tracer l'allure du diagramme de Bode de la FTBO corrigée avec ce correcteur $FTBO_C$ sur la figure 1.

FIGURE 1



Question 3 Le système vérifie-t-il les critères de précision du cahier des charges avec ce correcteur?

Question 4 À quelle(s) condition(s) sur les paramètres du correcteur K_p et T_i les critères de précision sont vérifiés?

Question 5 Déterminer les performances du système ainsi corrigé pour les autres critères d'exigence.

Question 6 Proposer une démarche pour choisir T_i en s'assurant de vérifier le critère de stabilité.

Question 7 Proposer une démarche pour choisir K_p en s'assurant de vérifier le critère de rapidité.

Question 8 Tracer sur Matlab/Simulink le diagramme de Bode du système avec le correcteur choisi et s'assurer de sa pertinence. Observer sa réponse indicielle et sa réponse à une rampe.