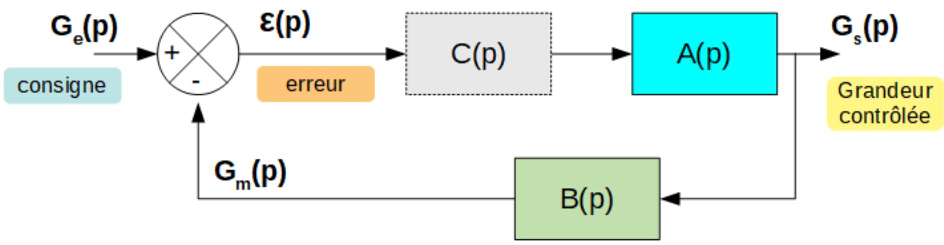
Julien VILLEMEJANE /
LEnsE / Institut d'Optique Graduate School

TD 4

TD 4 / ASSERVIR UN SYSTÈME

On s'intéresse au système bouclé suivant :



où :

- $A(p)$: système à asservir
- $B(p)$: système de mesure (retour) de la grandeur à asservir
- $C(p)$: correcteur de l'asservissement
- $G_e(p)$: grandeur physique de consigne
- $G_s(p)$: grandeur physique de sortie
- $\varepsilon(p)$: erreur entre la consigne et la sortie

Mission 1a - Boucle ouverte

Calculez la fonction de transfert en boucle ouverte : $TF_{BO}(p) = \frac{G_m(p)}{\varepsilon(p)}$

Mission 1b - Boucle fermée

En boucle fermée, on désire que le système :

- suive la consigne en régime établi (précision)
- élimine les perturbations (rejet des perturbations)
- ait une dynamique rapide

1. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée, entre la consigne et la grandeur contrôlée : $TF_{BF}(p) = \frac{G_s(p)}{G_e(p)}$

   On notera $L(p) = A(p) \cdot B(p) \cdot C(p)$.
2. Que devient l'expression précédente $TF_{BF}(p)$?
3. Ce système peut-il être instable ?

Stabilité d'un système

Certains systèmes bouclés peuvent devenir instable si la fonction de transfert en boucle ouverte devient réelle (pour certaines fréquences) et de valeur inférieure à -1. En ajoutant des éléments correcteurs, il est possible de modifier le comportement et ainsi éviter que le système ne devienne instable, tout en essayant de le rendre plus rapide et plus robuste.

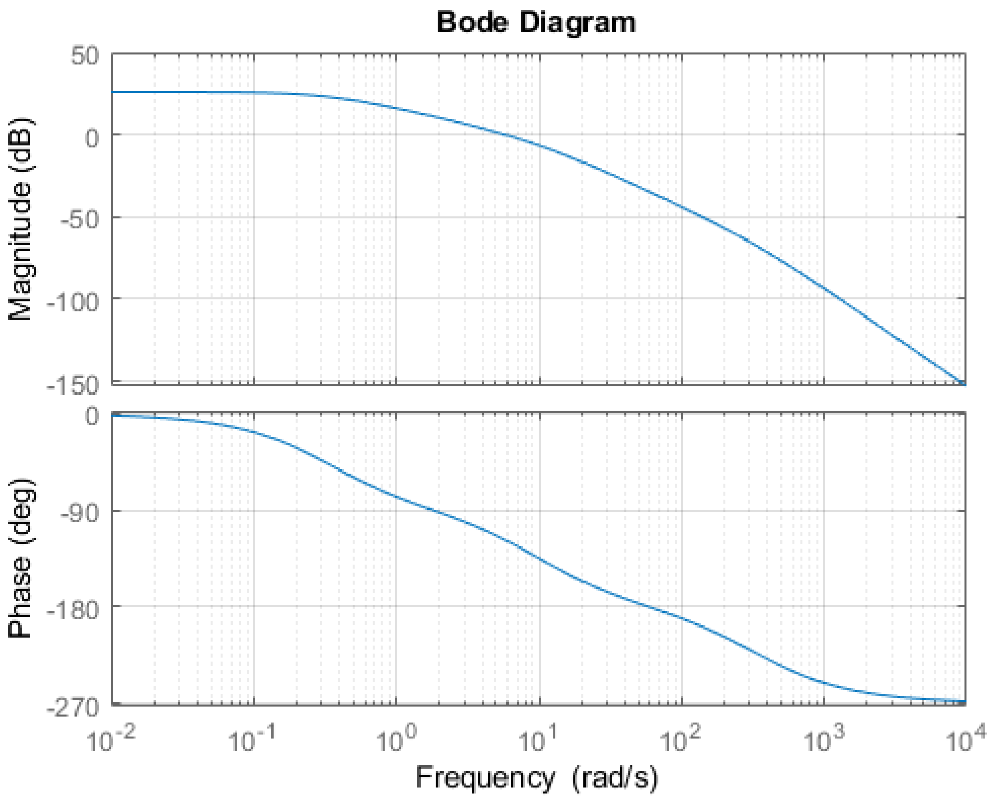
Pour estimer les risques d'instabilité, on s'intéresse aux marges de gain et de phase d'un système en boucle ouverte, qui déterminera ensuite sa robustesse en boucle fermée.

Le point critique à ne pas franchir est le point -1, c'est à dire la pulsation pour laquelle $|L(p)| = 1 = 0dB$ et $arg(L(p)) = -\pi$.

Cette condition n'est pas suffisante pour garantir la stabilité d'un système bouclé. Il existe un ensemble d'autres règles permettant d'identifier cette stabilité, qui ne seront pas décrits cette année.

Mission 2a - Stabilité d'un système

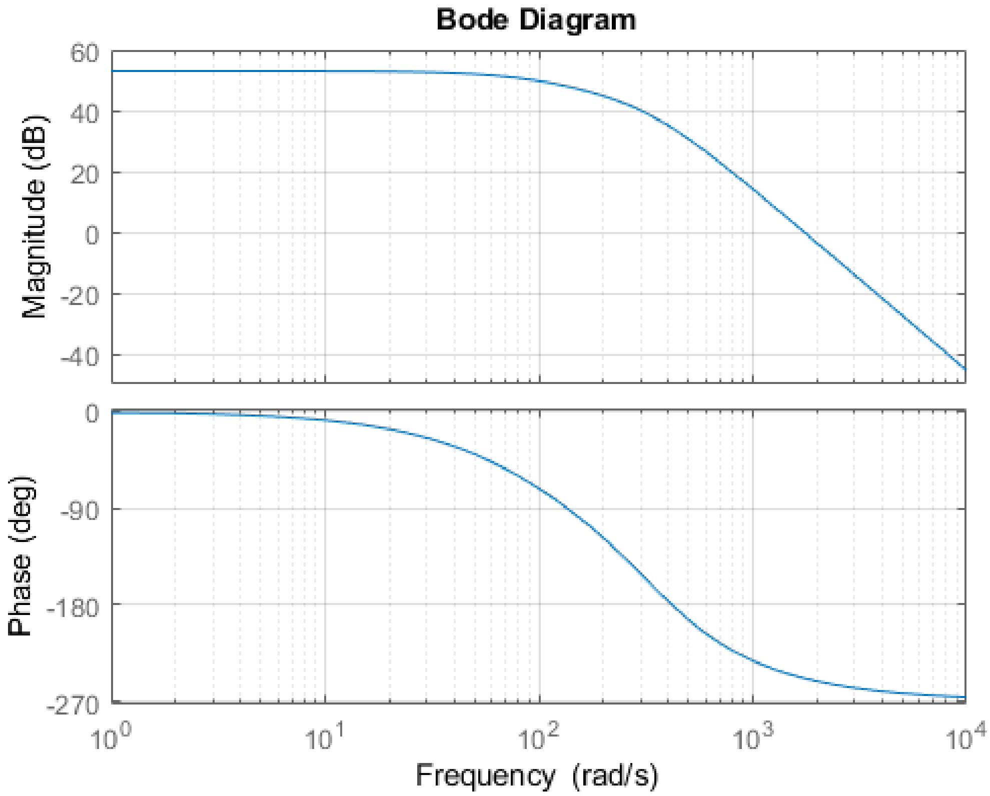
On propose d'étudier le système dont on donne le diagramme de Bode suivant :



Mesurez les marges de gain et de phase et concluez sur sa stabilité en boucle fermée.

Mission 2b - Stabilité d'un système

Qu'en est-il de ce nouveau système dont on donne le diagramme de Bode ?



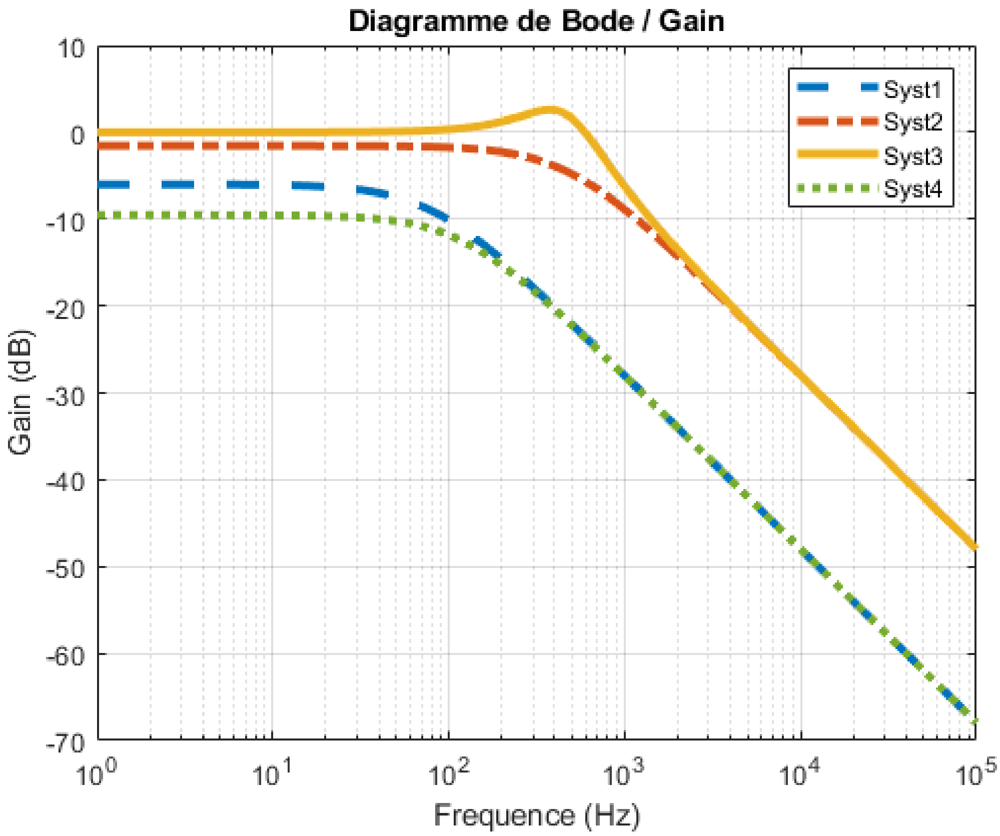
Mission 3a - Correction d'un système

Dans cette partie, on utilisera comme exemple un système du premier ordre de la forme :

$$H(p) = \frac{H_0}{1 + \tau \cdot p}$$

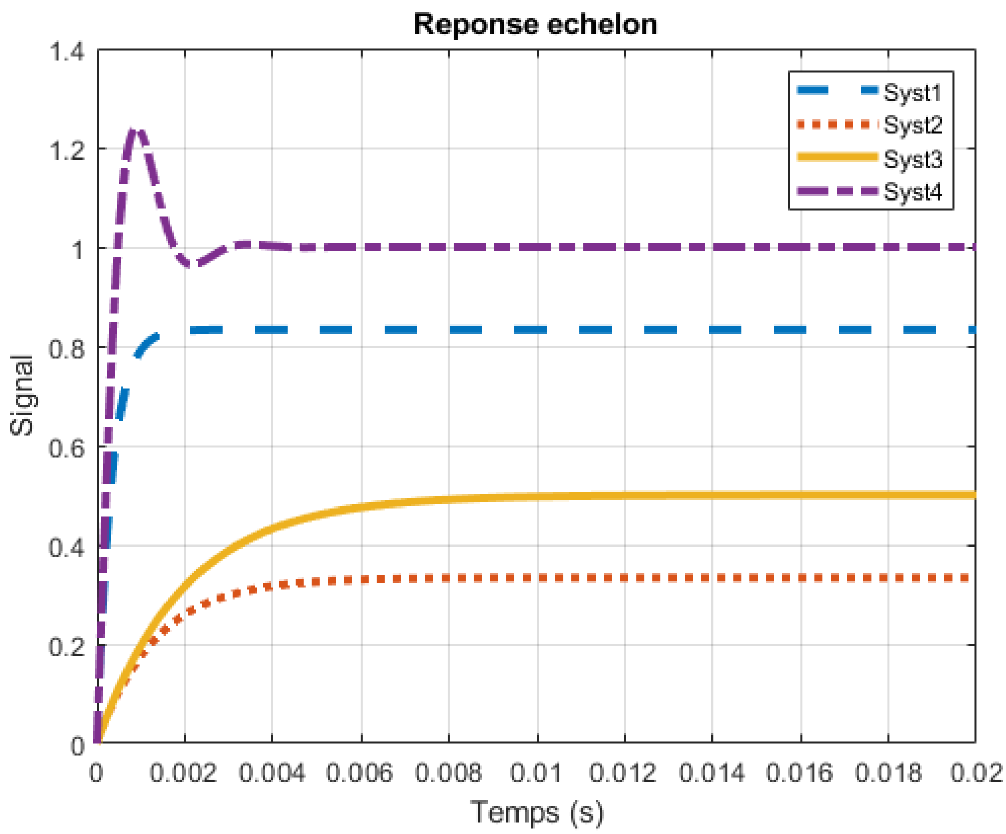
On prendra $H_0 = 0.5$ et $\tau = 2 \cdot 10^{-3}$
Parmi les réponses en fréquence proposées par la suite, laquelle correspond :

1. au système en boucle ouverte
2. au système en boucle fermée, avec un retour unitaire ($B(p) = 1$) et sans correction ($C(p) = 1$)
3. au système en boucle fermée, avec un retour unitaire ($B(p) = 1$) et une correction proportionnelle ($C(p) = G$ avec $G = 10$)
4. au système en boucle fermée, avec un retour unitaire ($B(p) = 1$) et une correction proportionnelle et intégrale ($C(p) = G + 1/(\tau_i \cdot p)$ avec $G = 10$ et $\tau_i = 3 \cdot 10^{-5}$)



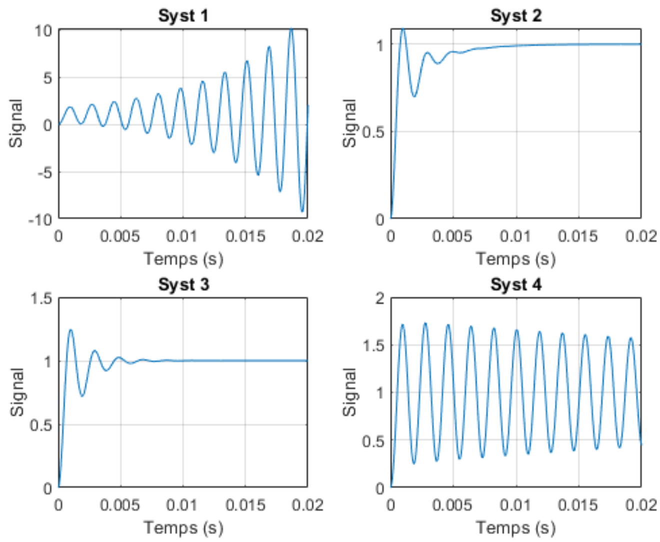
Mission 3b - Correction d'un système

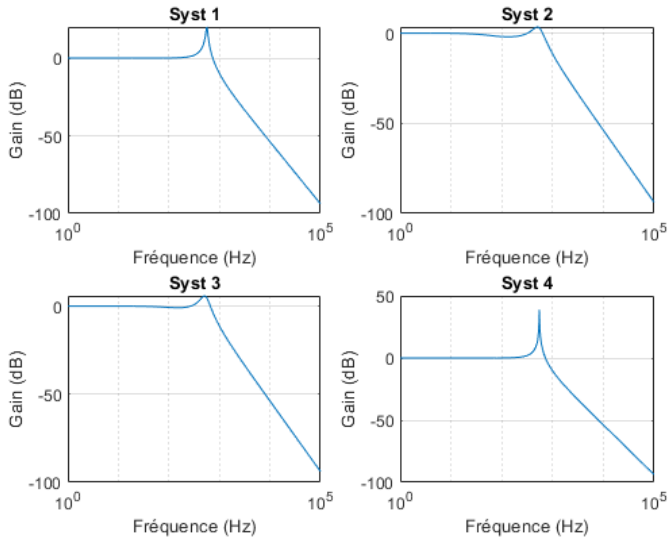
Même question avec les réponses indicielles suivantes.



Mission 4 - Exemple de correction proportionnelle et intégrale

On se base sur le système précédent, $H(p) = \frac{H_0}{1+\tau \cdot p}$, rebouclé de manière unitaire ($B(p) = 1$) et une correction proportionnelle et intégrale ($C(p) = G + 1/(\tau_i \cdot p)$ avec $G = 10$).
Précisez si la correction intégrale est bien choisie dans les 4 cas suivants (réponse indicielle et réponse fréquentielle).





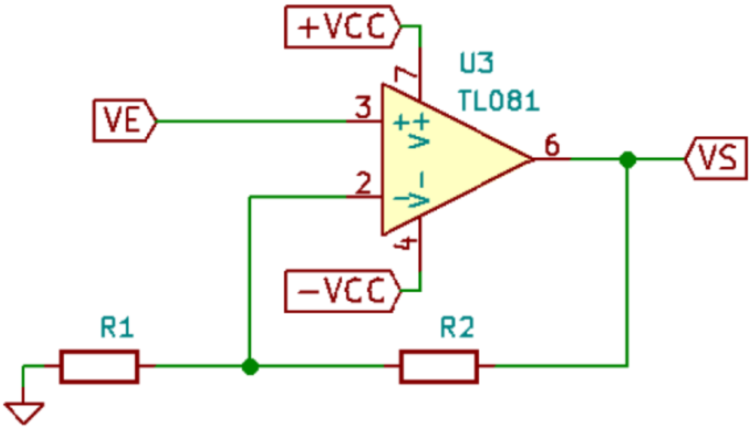
Mission 5 - Exemple : Amplificateur non-inverseur

On rappelle qu'un ALI (Amplificateur Linéaire Intégré) peut être modélisé par une fonction de transfert du premier ordre du type :

$$A(p) = \frac{A_0}{1 + \frac{p}{\omega_0}}$$

où A_0 est l'amplification différentielle statique et $\omega_0 = \frac{GBP}{A_0}$ la pulsation de coupure, avec GBP la bande-passante unitaire.

On réalise autour de cet ALI un montage non-inverseur, dont le schéma est donné par la suite.



1. Proposez un schéma bloc pour un **montage amplificateur non-inverseur**.
2. Calculez la fonction de transfert en boucle fermée de ce montage.
3. Que valent à présent le gain statique et la pulsation caractéristique de ce système (pour les mêmes valeurs de A_0 et GBP) ?