

Exercice 1

On considère un processus de fonction de transfert $H(p) = \frac{1000}{p(p+10)^2}$. Ce système est mis dans un asservissement à retour unitaire avec un correcteur proportionnel de gain K .

- Q.1.** Donner le schéma-bloc du système asservi.
- Q.2.** Calculer la valeur du gain K qui assure au système une marge de phase de 45° .
- Q.3.** La consigne est un signal échelon unitaire. Calculer l'erreur en régime permanent entre la consigne et la sortie du système. Répondre à la même question si la consigne est une rampe de pente 1.

Robot de peinture industriel

On s'intéresse à l'asservissement en vitesse d'un robot dans le cadre d'une opération de mise en peinture d'un véhicule. Le robot suit une trajectoire prédéfinie autour de la carrosserie. La vitesse de déplacement est calibrée pour assurer une répartition correcte de la peinture sur la surface.



Robot de peinture sur une chaîne d'assemblage automobile

L'asservissement en vitesse de chaque actionneur du robot doit satisfaire un cahier des charges exigeant, dont un extrait est donné ci-dessous :

Exigence	Critère	Niveau
Mettre le robot en mouvement	Erreur relative en régime permanent vis-à-vis d'une consigne de vitesse de rotation en échelon	$< 1\%$
	Sensibilité aux perturbations constantes	aucune
	Temps de réponse à 5%	$< 0,5 \text{ s}$
	Stabilité	Stable ($M_\varphi > 80^\circ$)

Dans le cas du modèle de l'asservissement en vitesse d'un seul axe (bras), les éléments à prendre en compte sont les suivants :

- l'amplificateur, dont la fonction est d'amplifier la différence entre les tensions images de la consigne et de la sortie, pour alimenter le moteur en tension $u(t)$. Il est modélisé par un gain $K_A = 80$;
- le moteur électrique, modélisé par une fonction de transfert du premier ordre $\frac{K_M}{1+\tau p}$ où $K_M = 0,3 \text{ rad/s/V}$ et $\tau = 0,2 \text{ s}$

- le réducteur, modélisé par un gain $K_R = 10^{-2}$, diminue la vitesse de rotation $\omega_M(t)$ du moteur pour actionner le bras en rotation ;
- le capteur, modélisé par un gain $K_C = 15 \text{ V.S/rad}$, mesure la vitesse de rotation $\omega_b(t)$ du bras, et délivre une tension $u_m(t)$ proportionnelle à cette vitesse de rotation ;
- l'interface Homme-Machine, traduit la vitesse de rotation $\omega_c(t)$ de consigne en une tension $u_c(t)$ proportionnelle.

Objectif :

- modéliser l'asservissement en vitesse d'un axe du robot de peinture ;
- évaluer les performances de cet asservissement.

On s'intéresse, dans un premier temps, au système non corrigé.

Q.1. Proposer un schéma-bloc représentant l'asservissement étudié. Préciser les grandeurs physiques entre les blocs et leurs unités.

Q.2. Déterminer la fonction de transfert en poursuite $\frac{\Omega_b(p)}{\Omega_c(p)}$ et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme caractéristique d'un premier ordre dont on donnera les paramètres caractéristiques. Faire les applications numériques.

Le diagramme de Bode de la FTBO est tracé sur la page suivante.

Q.3. Évaluer la stabilité et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.

Q.4. Évaluer la rapidité et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.

Q.5. Évaluer la précision pour une consigne en échelon et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.

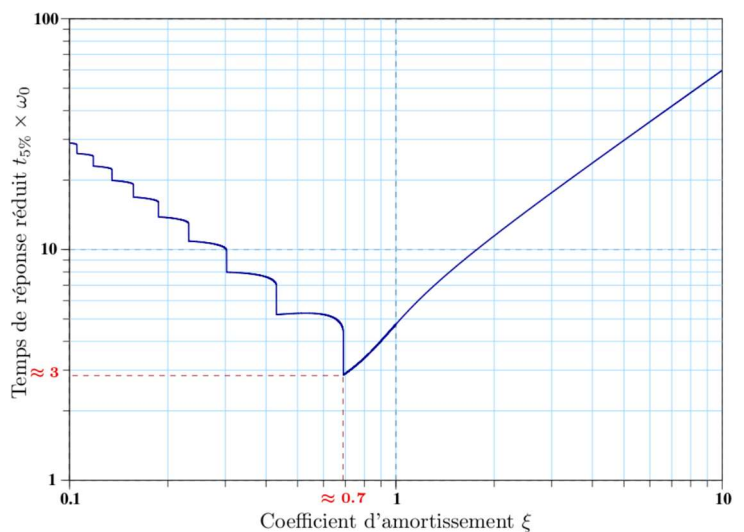
Afin d'améliorer les performances de l'asservissement en vitesse, on ajoute un correcteur intégral $\frac{1}{p}$ entre le comparateur et l'amplificateur.

Q.6. Déterminer l'ordre ainsi que l'expression de la fonction de transfert en poursuite.

Q.7. Évaluer la stabilité et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.

Q.8. Évaluer la précision pour une consigne en échelon et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.

Q.9. Évaluer la rapidité et la comparer à celle imposée par le cahier des charges.



Malheureusement ce correcteur n'est pas suffisant ! Vous verrez d'autres type de correcteur en deuxième année. Nous en resterons là pour le moment.



Diagramme de Bode sans correcteur :

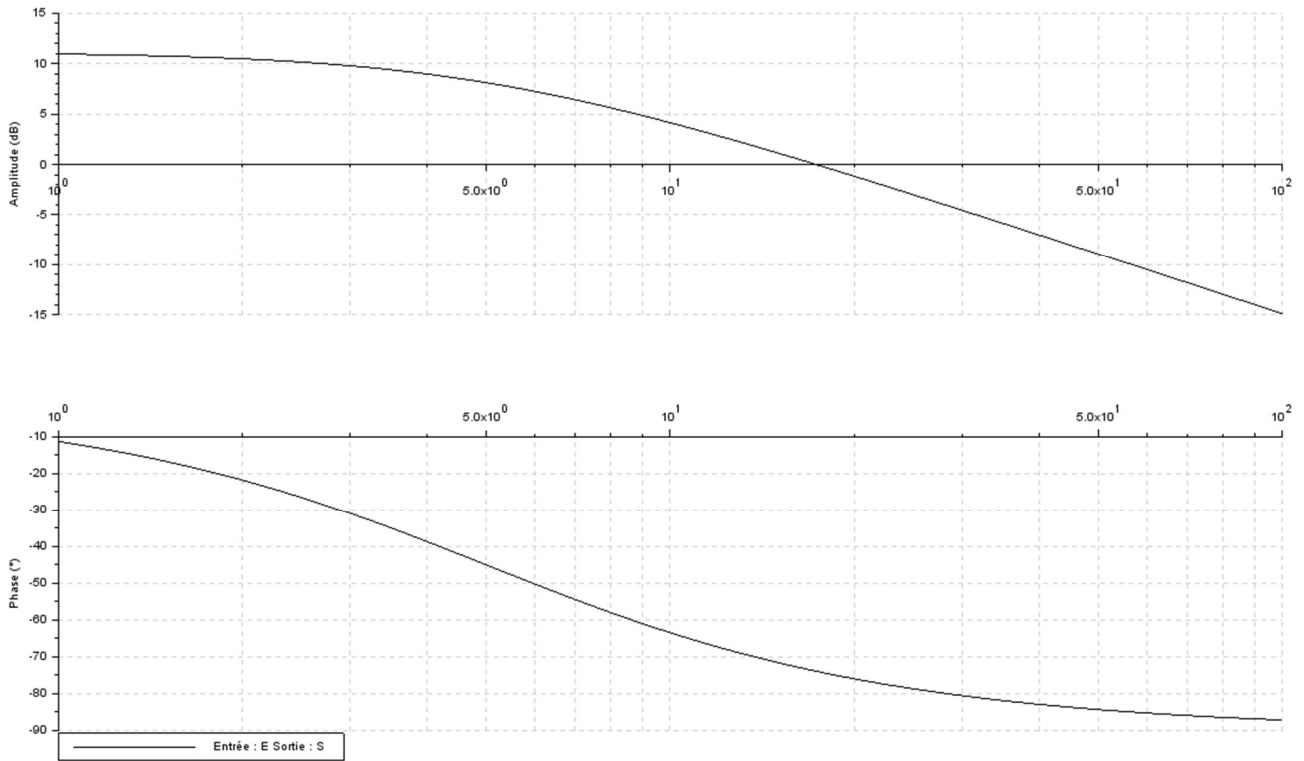
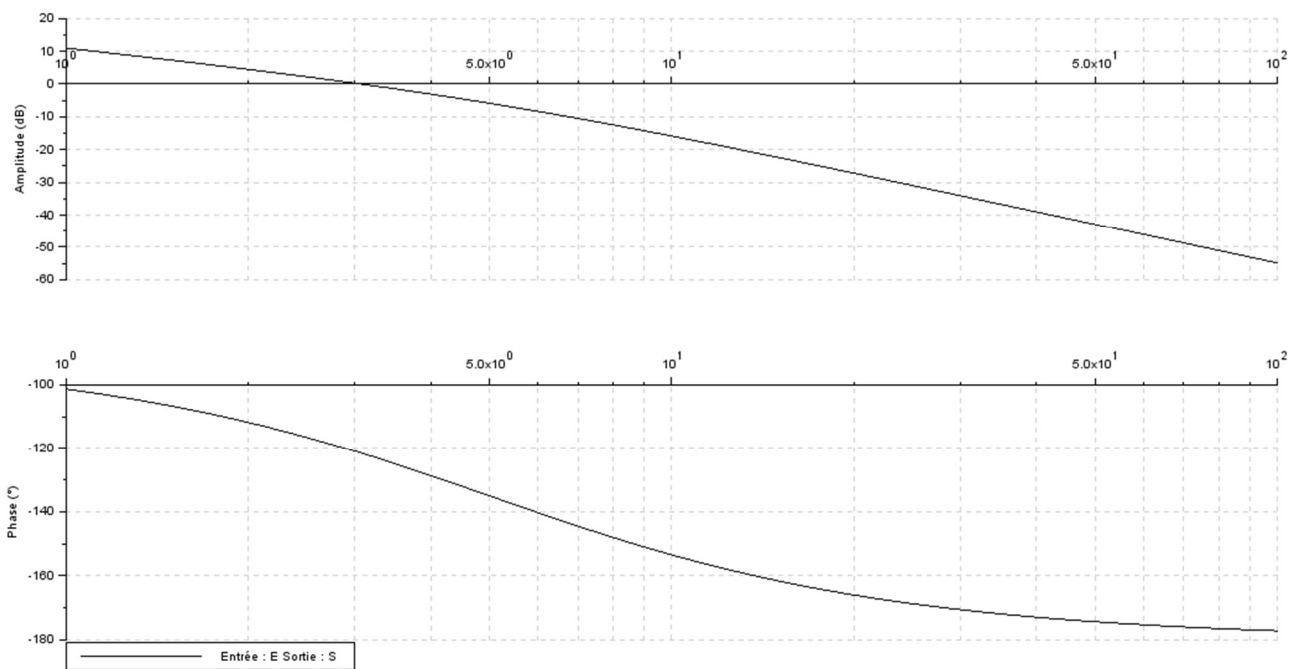


Diagramme de Bode avec correcteur intégral :

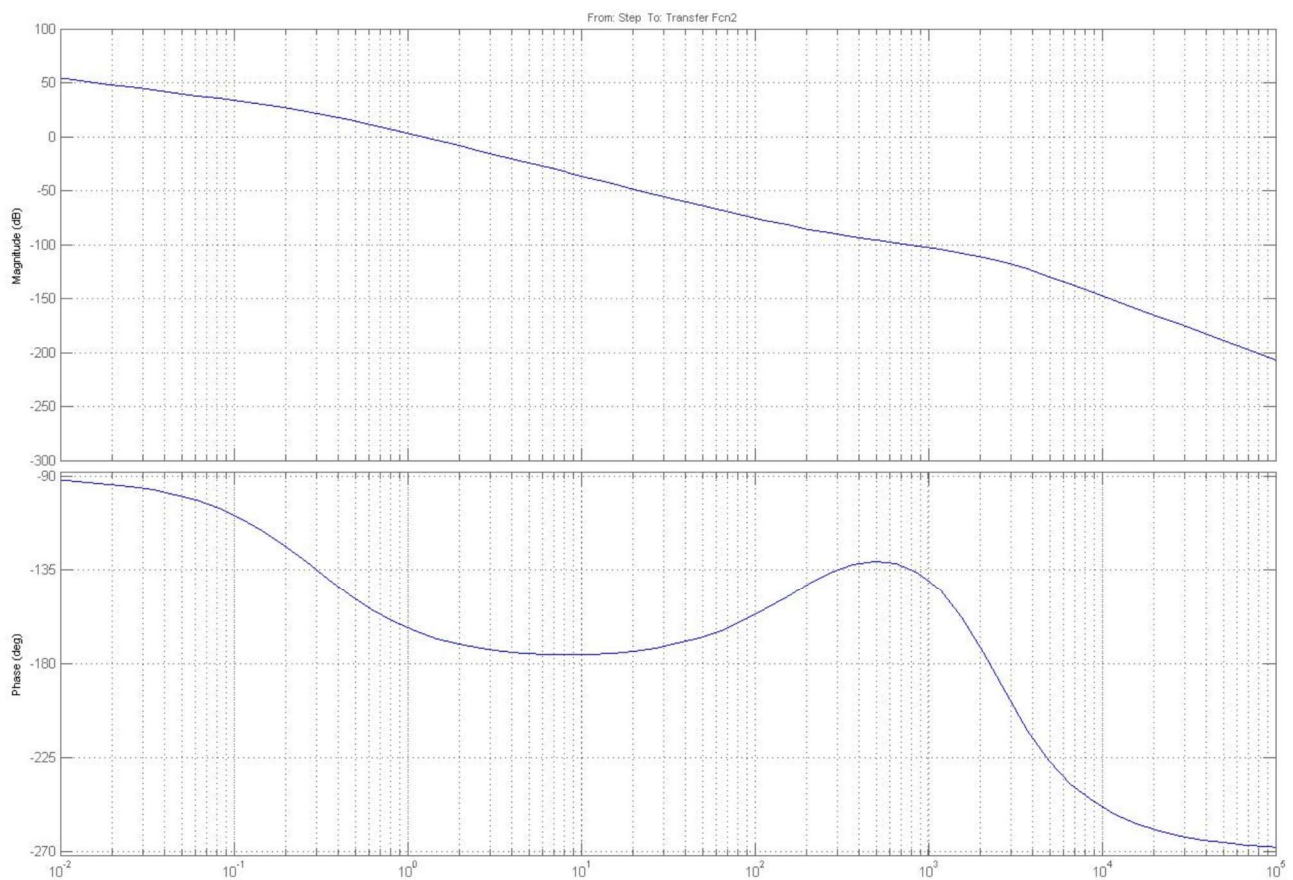


Exercice 3

On s'intéresse à l'asservissement d'un système dont le cahier des charges impose :

Exigence	Critère	Niveau
Asservir le treuil en tension	Marge de gain	$\geq 50dB$
	Marge de phase	$\geq 60^\circ$
	Erreur en régime permanent pour une consigne en échelon	nulle

Le diagramme de la FTBO du système est le suivant :



- Q.1.** Identifier la fonction de transfert en boucle ouverte à partir du tracé de son diagramme de Bode.
- Q.2.** Par lecture du diagramme de Bode de la FTBO, justifier que la valeur de ω_{0dB} de la FTBO non corrigée peut être déterminée à partir d'une fonction en boucle ouverte simplifiée que l'on donnera. Déterminer alors cette valeur de ω_{0dB} par le calcul, puis la marge de phase correspondante. Valider graphiquement l'approximation faite. Conclure.
- Q.3.** Déterminer graphiquement la marge de gain. Conclure.