

## Asservissement : Robot Sphéro (Centrale MP 2018)

Créé pour le loisir et l'éducation, le robot Sphero roule sur lui-même pour se déplacer. Une base robotique appelée module interne et dite différentielle (plateforme munie de deux roues motrices indépendantes, de même axe) est placée dans une sphère (le corps du robot) qui sert de liaison au sol et permet le déplacement. Le Sphero est commandé par un smartphone avec lequel l'utilisateur guide le robot.



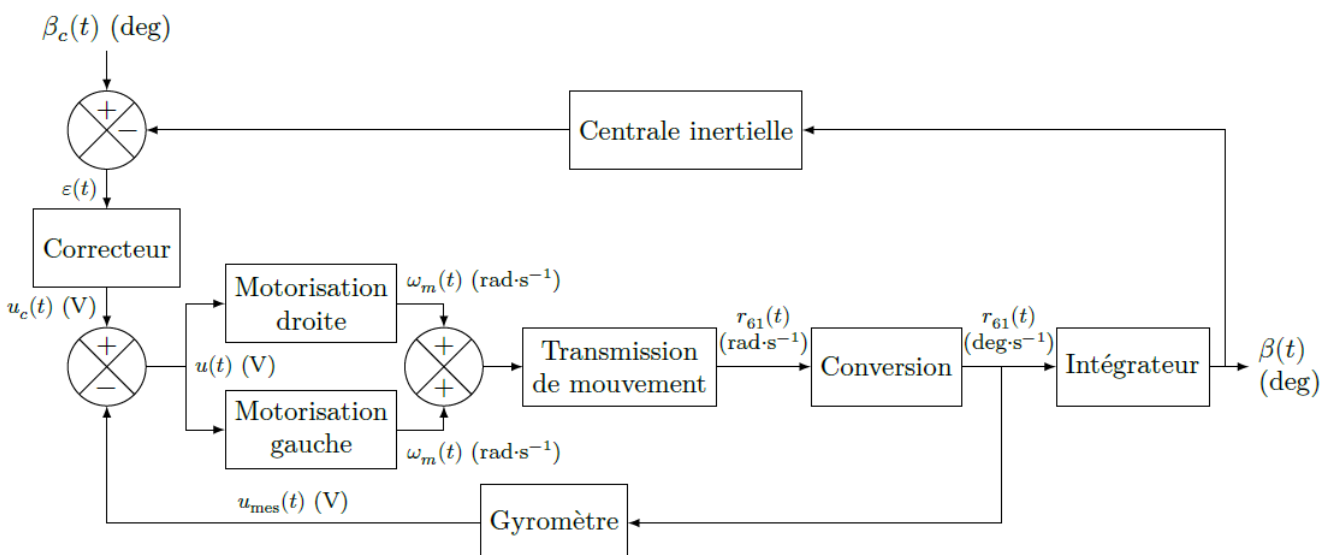
Etude des performances en changement de cap du Sphère.

Lors d'un réglage de cap le module interne admet un mouvement de lacet d'angle  $\beta$ .

On donne ci-dessous un extrait des exigences de l'asservissement :

Performance	Critère	Niveau
Précision angulaire	Erreur en position en régime permanent	Nulle pour une entrée en échelon
Rapidité	Temps de réponse à 5%	$tr_{5\%} \leq 0,3 \text{ s}$
Stabilité	Dépassement	aucun

On donne ci-dessous le schéma bloc de l'asservissement :



On donne l'expression sous forme canonique de la fonction de transfert en boucle fermée :

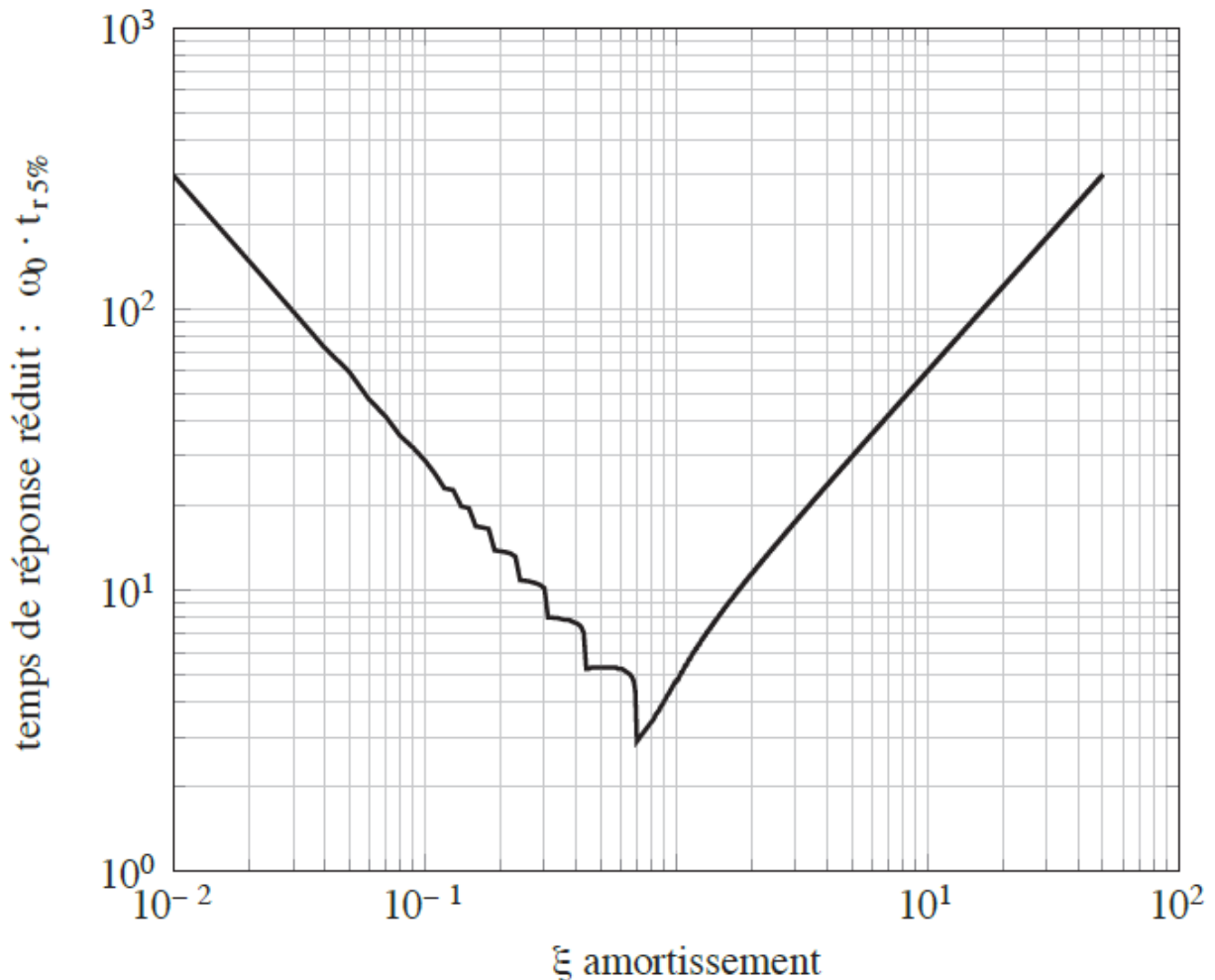
$$H(p) = \frac{1}{a.p^2 + b.p + 1} \text{ avec } a=0,019 \text{ s}^2 \text{ et } b=0,17 \text{ s.}$$

### Question 1

En utilisant l'abaque donné, déterminer le temps de réponse à 5%.

Les performances requises pour l'asservissement sont-elles atteintes ?

Proposer un type de correction pour la commande.



### Optimisation de la commande en lacet

Afin que la commande permette le respect des critères de performance attendus, un correcteur à avance de phase de fonction de transfert  $C(p)$  est implanté dans la chaîne de

commande en lacet du Sphero.  $C(p) = K \cdot \frac{1+b.p}{1+a.p}$  avec  $a=0,01\text{s}$  et  $b=0,12\text{s}$ .

### Question 2

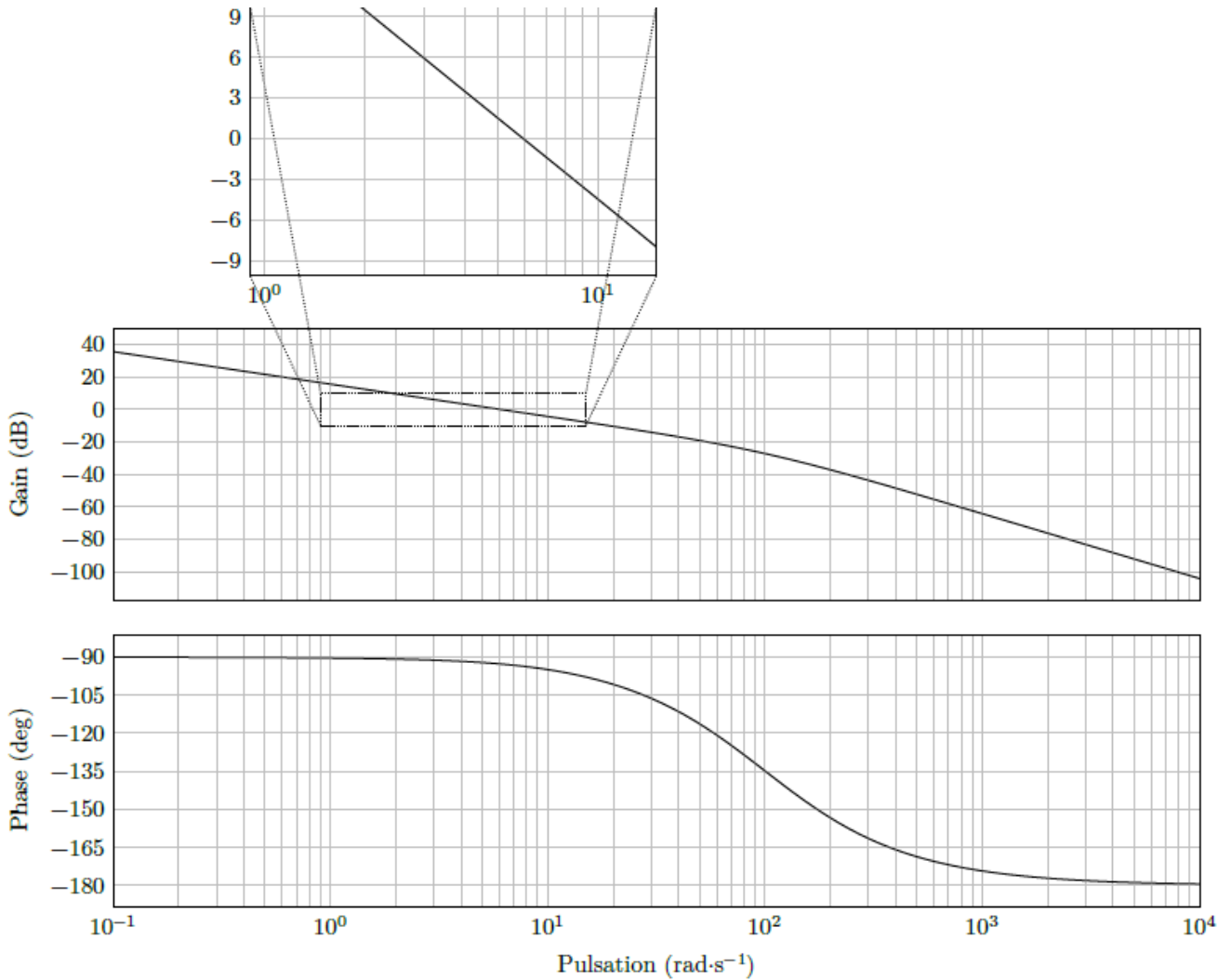
Tracer le diagramme de Bode asymptotique du correcteur  $C(p)$  pour  $K=1$  et justifier le choix d'un tel correcteur.

La figure donnée représente le diagramme de Bode de la boucle ouverte avec correcteur pour  $K=1$ .

Afin que le critère de rapidité soit respecté sans dégrader les performances de dépassement, la pulsation de coupure à 0 dB notée  $\omega_u$  doit être fixée à  $10 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### Question 3

Déterminer la valeur de  $K$  permettant d'avoir  $\omega_u = 10 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .



La figure suivante représente le comportement en lacet du module interne pour un essai indiciel de 10 deg. Cet essai a été réalisé avec la correction de la commande précédemment déterminée.

#### Question 4

*Conclure sur les performances du système de commande en lacet du module interne une fois la correction appliquée.*

