

DATE			HEURE DÉBUT	HEURE FIN
29	03	2025	8 h 10	10 h 10

CLASSE	<h1>MPSI</h1>
---------------	---------------

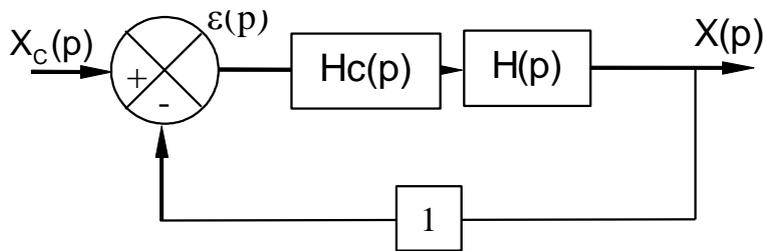
MATIERE	<h1>S.I.I.</h1>
----------------	-----------------

PROFESSEUR	LILLONI 169
-------------------	-------------

CONSIGNES	Calculatrice	OUI <input checked="" type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>
	Documents	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Sortie aux toilettes de 5 min maxi autorisée à partir de 9h15. - Pas de téléphone sinon exclusion immédiate. - Numéroter les pages rendues - Encadrer les résultats (points en moins sinon) - Le sujet est constitué d'un exercice et d'un extrait de sujet de concours modifié - Il est préférable de traiter les questions dans l'ordre mais la fin du sujet peut être abordée sans avoir fait les questions de mécanique des solides qui pourraient vous paraître compliquées pour l'instant. 			

EXERCICE ASSERVISSEMENT PRECISION/STABILITE

On représente un asservissement de position à l'aide du schéma fonctionnel suivant



$$\text{Avec } H(p) = \frac{1}{p(1 + 0,02.p)}$$

Question 1 : Tracer l'allure des diagrammes de Bode asymptotiques et réels en gain et en phase de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{BO}(p)$ pour $H_c(p) = K_C = 10s^{-1}$ sur le document réponse DR1 (fin de document). Préciser les valeurs de classe et de gain de boucle ouverte.

Question 2 : Déterminer la valeur de K_C correspondant à une marge de phase de 45° .

Question 3 : Calculer la fonction de transfert en boucle **fermée** $H_{BF}(p) = \frac{X(p)}{X_c(p)}$. La mettre sous la forme canonique du second ordre.

Question 4 : Déterminer les paramètres canoniques. Faire les applications numériques pour la valeur de K_C trouvé en Question 2.

Question 5 : Tracer les diagrammes de Bode asymptotique correspondant sur le document réponse DR2 (fin de document).

Question 6 : Rappeler le théorème de la valeur finale.

Question 7 : Reproduire le tableau des écarts statiques du cours sur la précision en poursuite.

Question 8 : Déterminer l'écart statique pour une entrée échelon unitaire $x_c(t)=1$.

Question 9 : Déterminer l'écart statique pour une entrée rampe d'équation horaire $x_c(t)=3.t$

On change le correcteur de fonction de transfert $H_c(p) = K_C \left(1 + \frac{1}{T_i.p} \right)$

Question 10 : Comment appelle t'on un tel correcteur ?

Question 11 : Déterminer la classe et le gain de boucle ouverte avec ce nouveau correcteur.

Question 12 : Déterminer alors les écarts statiques pour une entrée rampe d'équation horaire $x_c(t)=3.t$ puis une rampe parabolique d'équation horaire $x_c(t)=1,5.t^2$.

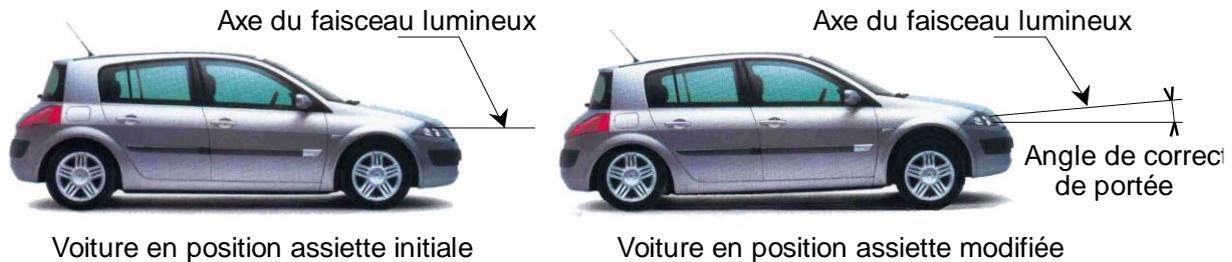
Question 13 : Indiquer la condition de stabilité sur la valeur de T_i . Justifier par un tracé de diagramme de Bode.

SYSTEME DE CORRECTION DE PORTEE D'UN PHARE AUTOMOBILE

Mise en situation

L'assiette d'un véhicule se modifie avec sa charge, le profil de la route ou les conditions de conduite (phase de freinage ou d'accélération). Cette modification entraîne une variation d'inclinaison de l'axe du faisceau lumineux produit par les phares du véhicule. Ceux-ci peuvent alors mal éclairer la chaussée ou éblouir d'autres conducteurs.

D'où l'intérêt de système de correction de portée.



Ces systèmes font appel à des capteurs d'assiette reliés aux essieux avant et arrière du véhicule. Les données sont traitées électroniquement par un calculateur et transmises aux actionneurs situés derrière les projecteurs. La position du projecteur est ajustée en maintenant un angle de faisceau optimal évitant tout éblouissement et fournissant le meilleur éclairage de la route.

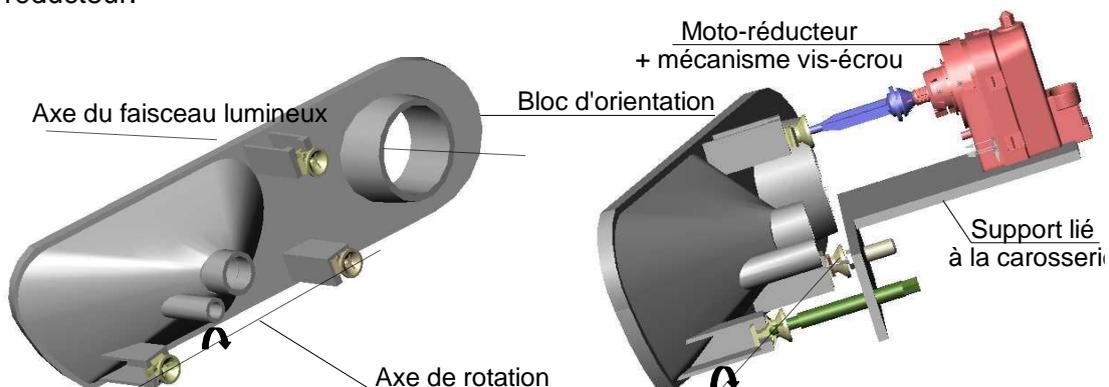
Le système étudié est un correcteur de portée statique, qui corrige la portée lorsque le véhicule est à l'arrêt et conserve cette correction lorsque le véhicule roule (le correcteur ne tient compte que de la variation d'assiette due à la charge).

Le but de l'étude est d'analyser le système et de montrer s'il est capable de corriger la portée de manière dynamique, c'est à dire en tenant compte des variations d'assiette dues au profil de la route.

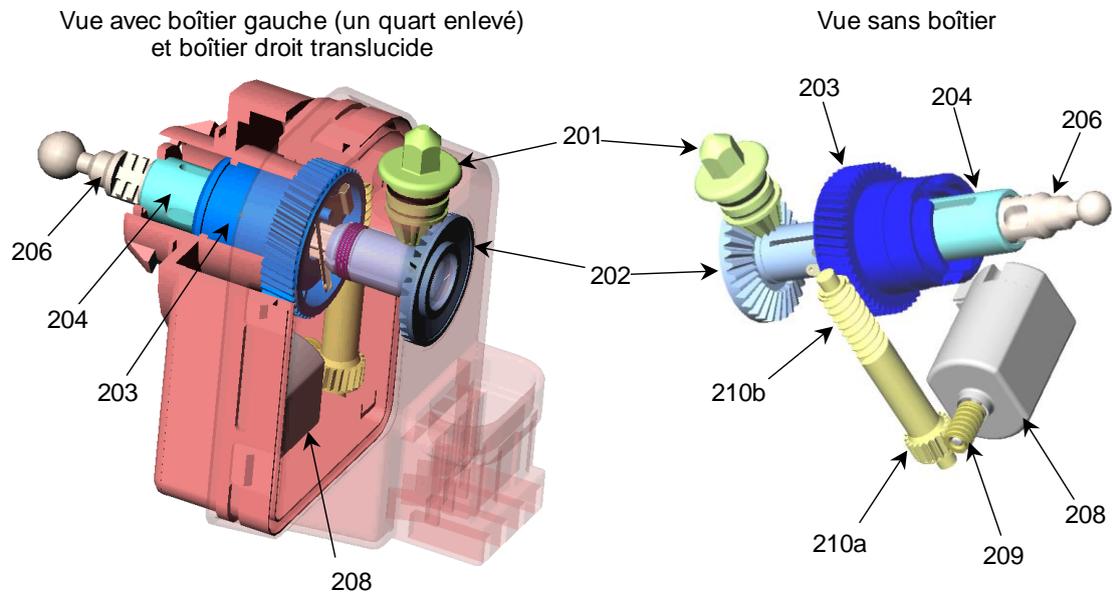
Présentation du système

Éléments constitutifs du correcteur de portée :

- Capteurs d'assiette : codeurs optiques permettant de mesurer le débattement des suspensions.
- Système d'orientation : bloc d'orientation + moto-réducteur + mécanisme vis écrou. Le bloc d'orientation supporte les différentes lampes du phare (codes, clignotants...). Il peut pivoter par rapport au support lié à la carrosserie autour d'un axe horizontal (axe de rotation indiqué sur la figure page suivante). Le bloc est protégé par une vitre liée à la carrosserie. Ce mouvement est motorisé grâce au moto-réducteur + mécanisme vis écrou. Il existe aussi une possibilité de réglage manuel en sortie d'usine ou en cas de défaillance du système électrique.
- Calculateur : à partir des données des capteurs d'assiette, le calculateur pilote le moto-réducteur.

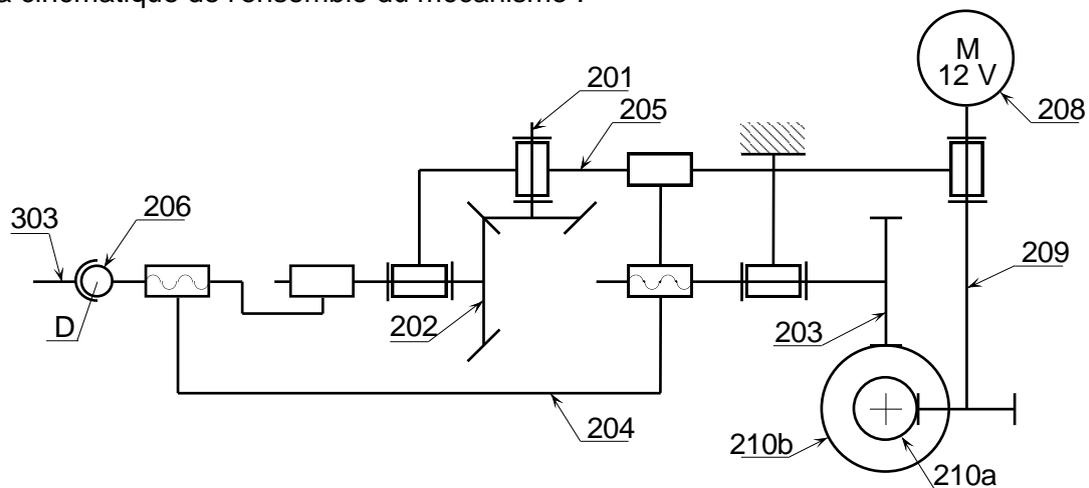


La chaîne cinématique est constituée d'un moteur électrique **208**, de deux réducteurs roue et vis sans fin (**209 / 210a** et **210b / 203**) et d'un double mécanisme vis écrou (réglage manuel et réglage motorisé).



Le moteur **208** entraîne en rotation la vis sans fin **209** qui entraîne la roue **210a** (engrenage roue et vis sans fin). La vis **210b** entraîne à son tour la roue **203** (autre engrenage roue et vis sans fin).

Schéma cinématique de l'ensemble du mécanisme :

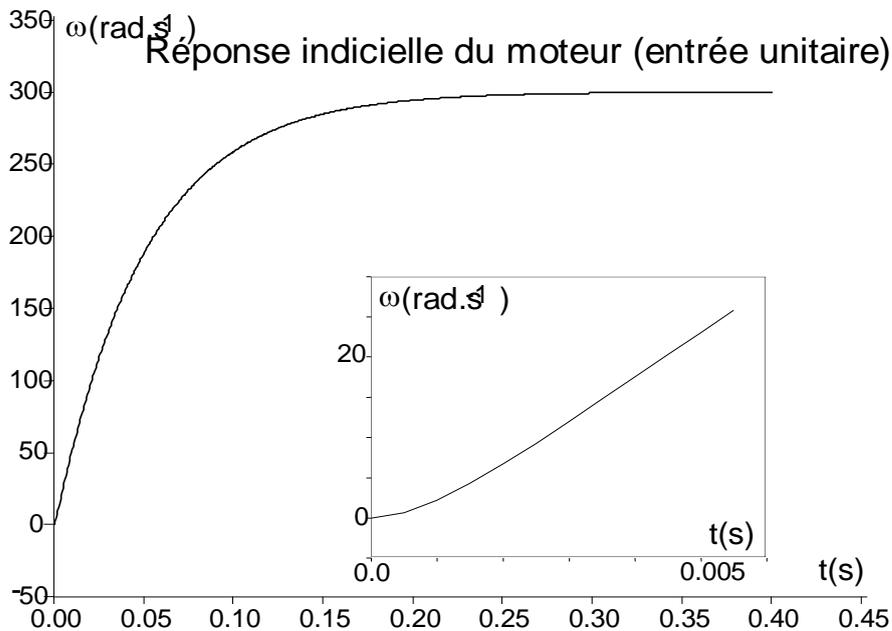


Etude de la chaîne d'action complète

La chaîne d'action complète comprend :

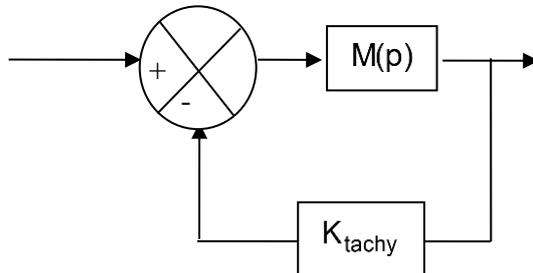
- l'ensemble capteur + amplificateur + calculateur qui mesure l'angle de tangage β du véhicule et commande le moteur du système de correction. L'ensemble est assimilable à un gain pur : K_c . On supposera que toutes les variables sont à variation continue.
- le moteur à courant continu dont la fonction de transfert est notée $M(p)$. On équipe ce moteur d'un retour tachymétrique assimilable à un gain pur : $K_{tachy} = \frac{1}{3} 10^{-2} \text{ V.s}$
- le réducteur et le système vis-écrou de pas $p=6\text{mm}$
- le bloc d'orientation : l'angle de correction de portée θ étant petit, on peut linéariser la loi entrée-sortie sur le domaine d'utilisation ; l'angle θ est proportionnel au déplacement x de la vis (θ varie entre $-\frac{\pi}{20}$ et $+\frac{\pi}{20}$ pour x compris entre -15 mm et $+15 \text{ mm}$).

Pour déterminer la fonction de transfert du moteur, $M(p)$, on dispose de sa réponse indicielle du moteur seul (entrée unitaire 1V).



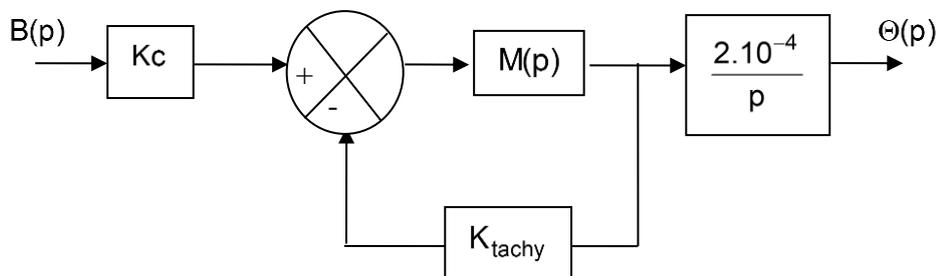
Question 1 : Quelle est la forme de la fonction de transfert du moteur ? Quelle hypothèse pouvons-nous faire pour modéliser le système par un système du 1^{er} ordre ? Cette hypothèse vous semble-t-elle justifiée au vu de la réponse indicielle. Identifier les gain statique et constante de temps de $M(p)$

On considère alors le moteur avec la boucle tachymétrique :



Question 2 : Déterminer la fonction de transfert du moteur équipé du retour tachymétrique représenté ci-dessus. La mettre sous la forme canonique du premier ordre. Faire les applications numériques. Quels est l'avantage de cette boucle de retour.

On considère alors le système de contrôle de l'angle θ avec boucle tachymétrique représenté ci-dessous :



Les angles d'entrée et de sortie de transformées de Laplace respectives $B(p)$ et $\Theta(p)$ sont exprimés en radian.

On a alors la fonction de transfert de la chaîne d'action complète donnée

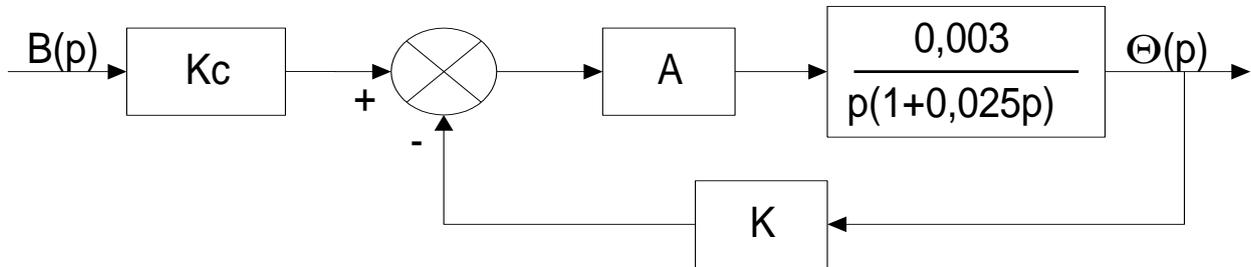
$$\text{par } H(p) = Kc \frac{0,003}{(1 + 0,025p)p}$$

Le véhicule est brusquement chargé à l'arrière tel que $B(p) = \frac{B_0}{p}$

Question 3 : Tracer, sans faire de calcul, l'allure de la réponse. Justifier votre tracé. Le système ainsi défini est-il stable ?

Pour remédier à ce problème on asservit le système en position en plaçant :

- un capteur de position, de gain K, qui mesure l'angle θ .
- un amplificateur de gain A.

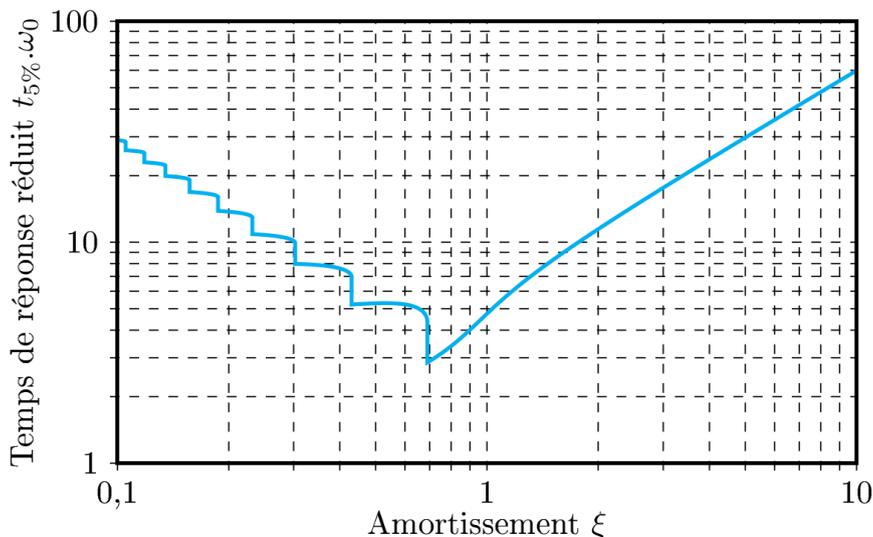


Question 4 : Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{bo}(p)$. Tracer les diagrammes de Bode de $H_{bo}(p)$ pour $A.K=1$ en précisant les coordonnées des cassures.

Question 5 : Définir et représenter sur les diagrammes la marge de phase. Déterminer la valeur de $A.K$ qui assure une marge de phase de 30° .

Question 6 : Calculer la fonction de transfert en boucle fermée $H_{bf}(p) = \frac{\theta(p)}{B(p)}$, déterminer la valeur $A.K$ qui permet d'avoir le système avec dépassement de 5%. Déterminer le temps de réponse à 5% correspondant à l'aide de l'abaque fournie.

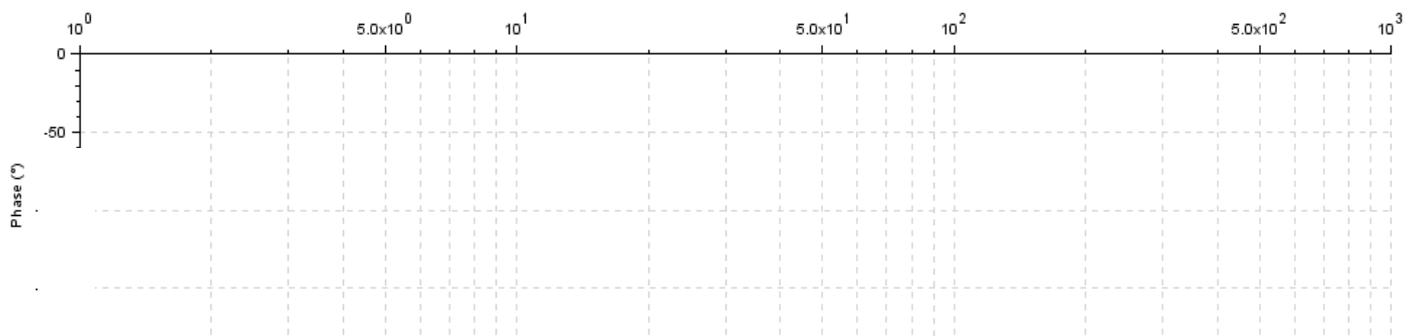
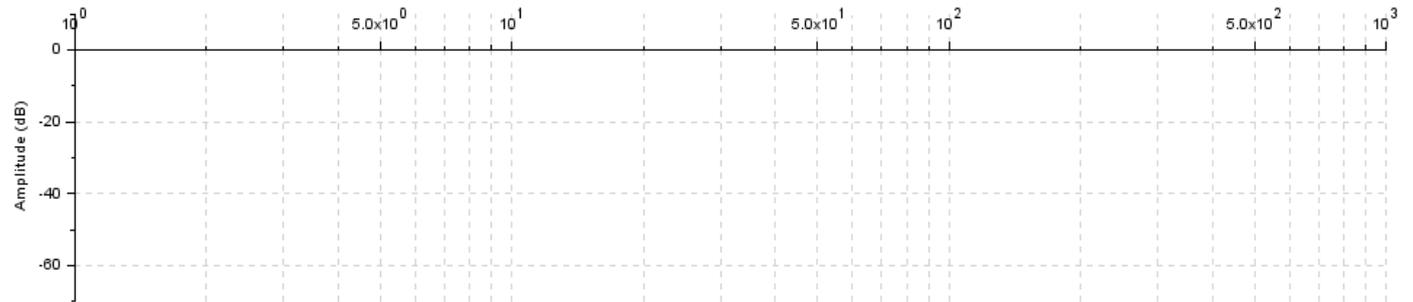
Question 7 : Déterminer l'écart statique en réponse à un échelon de consigne. Conclure sur les performances de stabilité, précision, rapidité et amortissement du système ainsi réglé.



NOM :

DR1

$$H_{BO}(p) = \frac{10}{p(1 + 0,02.p)}$$



DR2

$$H_{BF}(p) = \frac{X(p)}{X_c(p)}$$

