

## CI 2 – SLCI : ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS

### INVARIANTS

#### EXERCICE DE COLLE

#### CORRECTEUR DE PHARE

#### Cours

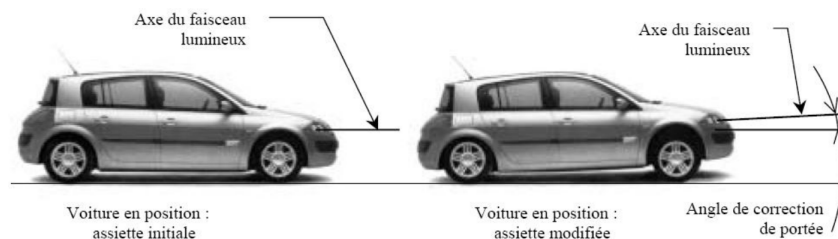
- Donner la fonction de transfert d'un système du second ordre
- Donner l'expression de la pseudo-période
- Donner l'expression du dépassement
- Donner l'allure de la réponse indicielle en fonction de la valeur du coefficient d'amortissement

### Correcteur de phare

(Selon le concours CCP PSI 2003)

#### Présentation du système

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 éblouir d'autres conducteurs ou mal éclairer la chaussée.



Certaines voitures sont équipées de système de correction de portée. Ce système fait 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.

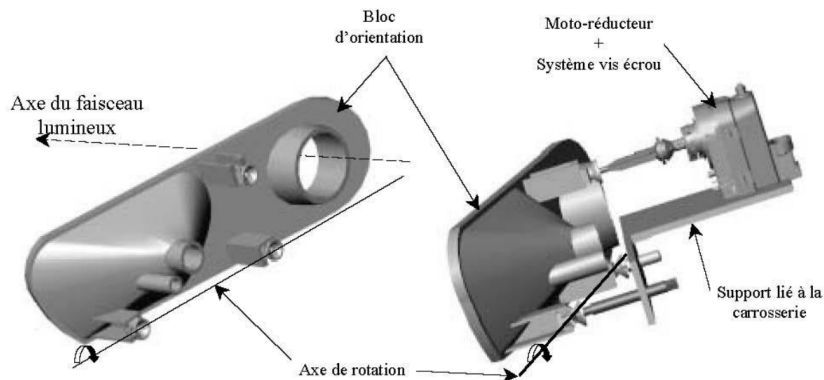
#### Éléments constitutifs du correcteur de portée

**Capteurs d'assiette** : codeurs optiques permettant de mesurer le débattement des suspensions.

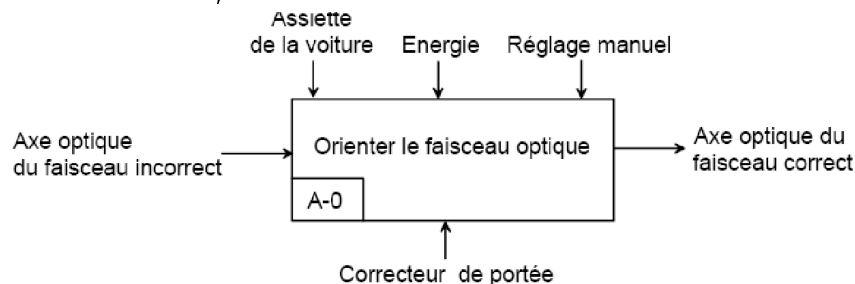
**Système d'orientation** : bloc d'orientation + moto-réducteur + système vis écrou

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 ci-dessous). Le bloc est

protégé par une vitre liée à la carrosserie. Ce mouvement est motorisé grâce au moto-réducteur + système vis écrou. Il existe aussi une possibilité de réglage manuel en sortie d'usine ou en cas de défaillance du système électrique.



### Diagrammes SADT niveau A-0, A0 et A3



### Étude de la chaîne d'action complète

La chaîne d'action complète comprend :

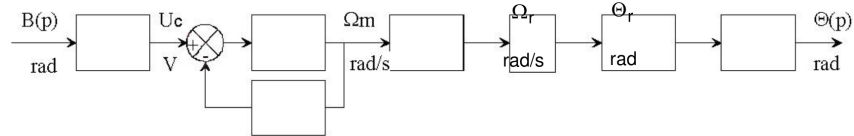
- l'ensemble transducteur (**capteur + amplificateur + calculateur**) qui mesure l'angle de tangage  $\beta$  du véhicule et commande le moteur du système. L'ensemble est assimilable à un gain pur :  $K_c$  ;
- le **moteur à courant continu** dont la fonction de transfert est notée  $M(p)$  ;
- on équipe ce moteur d'un retour tachymétrique assimilable à un gain pur :  $K_{tachy} = 0,03 V \cdot rad^{-1} \cdot s$  ;
- le **réducteur de vitesse** dont le rapport de réduction est de 490 ;
- l'ensemble **vis-écrou** (de pas  $p = 6 mm$ ) qui transforme la rotation de l'axe du réducteur en translation de l'axe de sortie. (NB : 1 tour de la vis fait avancer de 1 pas l'écrou) ;
- le **bloc d'orientation** : l'angle de correction de portée  $\theta(t)$  étant petit, on peut linéariser la loi entrée-sortie sur le domaine d'utilisation ; l'angle  $\theta(t)$  est proportionnel au déplacement  $x(t)$  de la vis.

( $\theta(t)$  varie entre  $\frac{-\pi}{20}$   $\frac{\pi}{20}$  et pour  $x(t)$  compris entre -15mm et +15mm).

#### Question 1

Refaire, sur votre copie, le diagramme fonctionnel de la chaîne d'action ci-dessous, en précisant le nom des constituants dans les blocs, les informations véhiculées entre les blocs ainsi que leur symbole et leur unité (les fonctions de transfert ne seront pas déterminées). NB :

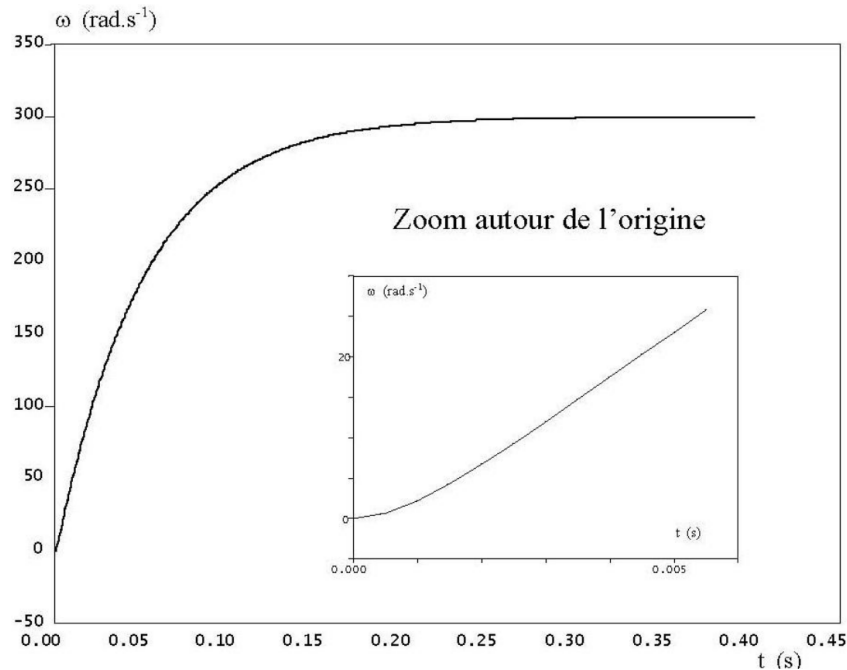
- l'entrée  $B(p)$  est la transformée de Laplace de  $\beta(t)$  et la sortie  $\Theta(p)$ , la transformée de Laplace de  $\theta(t)$  ;
- attention, un bloc modélise le passage de la vitesse angulaire  $\Omega(p)$  à la position angulaire  $\Theta(p)$ .



### Question 2

Refaire, sur votre copie, le diagramme fonctionnel de la chaîne d'action ci-dessus, mais cette fois-ci en précisant les fonctions de transfert de chaque bloc.

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



### Question 3

Quelle est la forme de la fonction de transfert du moteur et pourquoi ?

### Question 4

Quelle hypothèse pouvons-nous faire pour modéliser le système par un système du 1<sup>er</sup> ordre ? NB : Pour démontrer ce raisonnement, déterminer la réponse temporelle d'un système du 2<sup>ème</sup> ordre apériodique, puis simplifier cette réponse avec votre hypothèse et enfin conclure. Cette hypothèse vous semble-t-elle justifiée ici au vu de la réponse indicielle.

### Question 5

Identifier  $M(p)$  à un 1<sup>er</sup> ordre. (Pour cela déterminer les paramètres caractéristiques sur la courbe).

### Question 6

En déduire la fonction de transfert  $M'(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_c(p)}$  du moteur équipé du retour tachymétrique. Quels sont les avantages et les inconvénients de cette boucle de retour ?

La fonction de transfert de la chaîne d'action complète est donnée approximativement par :  $H(p) = \frac{\Theta(p)}{B(p)} = K_c \frac{0,003}{(1 + 0,025p)p}$  (Les angles d'entrée et de sortie sont exprimés en radian).

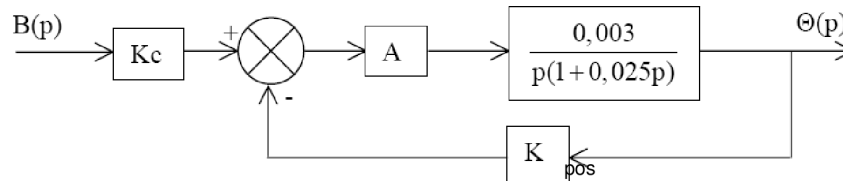
Le véhicule est brusquement chargé à l'arrière.

### Question 7

Tracer, SANS FAIRE DE CALCUL, l'allure de la loi d'entrée, puis l'allure de la réponse. Justifier votre tracé. Est-ce satisfaisant ?

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

- un capteur de position, de gain  $K_{pos}$ , qui mesure l'angle  $\theta$ ,
- un amplificateur de gain pur  $A$ .



### Question 8

Déterminer la nouvelle fonction de transfert  $\frac{\Theta(p)}{B(p)}$  ainsi que ses paramètres caractéristiques.

### Question 9

Expliquer en deux lignes pourquoi le problème a été remédié.

### Question 10

À partir de la courbe ci-contre, déterminer la quantité  $AK_{pos}$  qui permet d'avoir le système le plus rapide. Calculer alors le temps de réponse à 5% du système.

