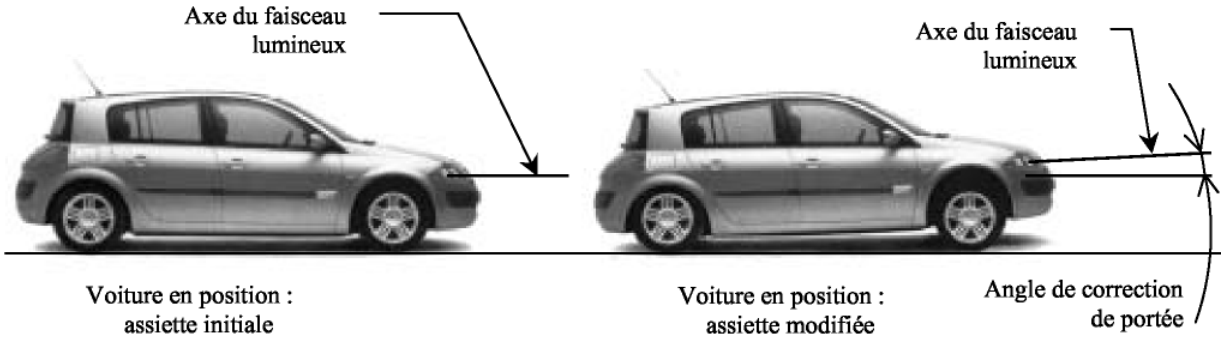
Sciences Industrielles

Durée : 2 heures
Aucun document autorisé
Composer directement sur le sujet et rendre ***toutes les pages agraphées***

Correcteur de portée de phare

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).

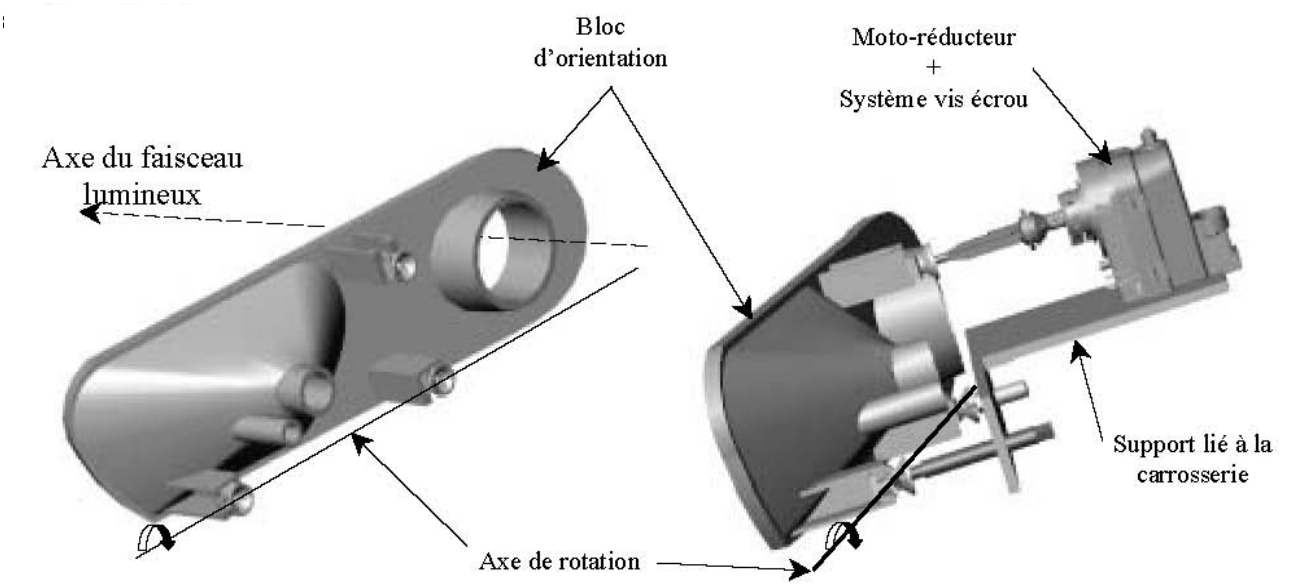
Le but de l'étude est d'analyser le système et de montrer s'il est capable de corriger la portée de manière dynamique, c'est à dire en tenant compte des variations d'assiette dues au profil de la route.

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.

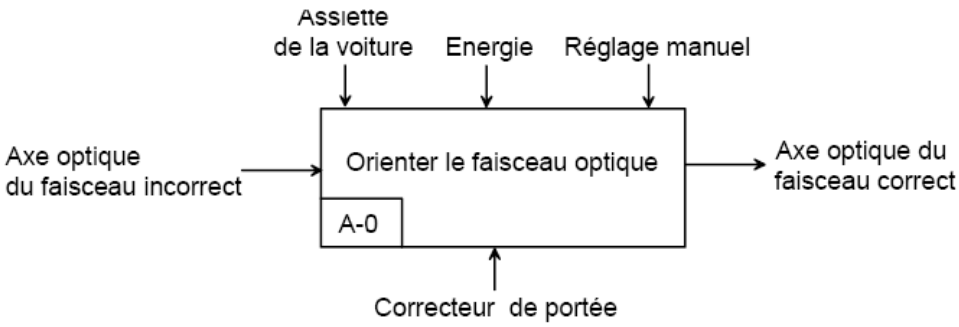
Le bloc d'orientation supporte les différentes lampes du phare (codes, clignotants…). Il peut pivoter par rapport au support lié à la carrosserie autour d'un axe horizontal (axe de rotation indiqué sur la figure ci-dessous). Le bloc est protégé par une vitre liée à la carrosserie. Ce mouvement est motorisé 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.

- **Calculateur** : à partir des données des capteurs d'assiette, le calculateur pilote le moto-réducteur.

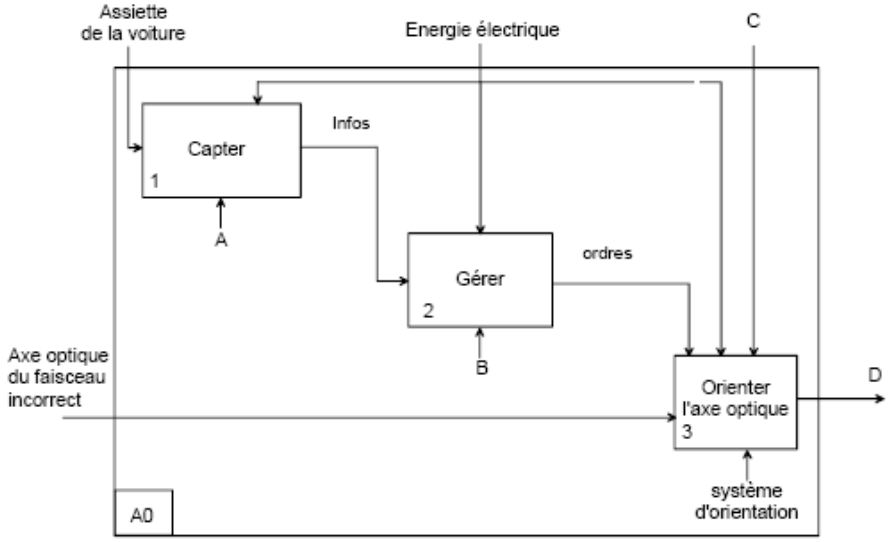


Diagrammes SADT niveau A-0, A0 et A3 :

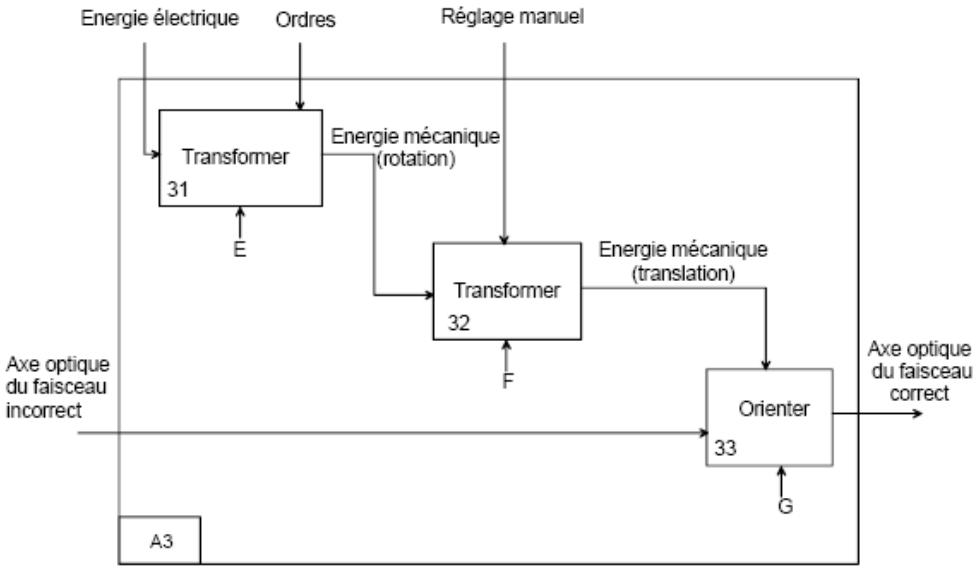
SADT niveau A-0



SADT niveau A0



SADT niveau A3



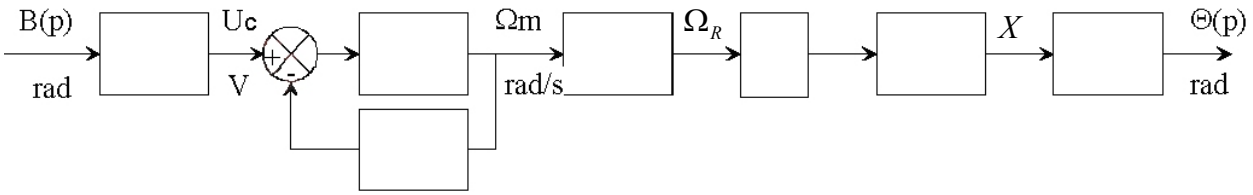
1. Compléter les diagrammes SADT précédents en déterminant A, B, C, D, E, F et G.

Étude de la chaîne d'action complète.

La chaîne d'action complète comprend :

- L'ensemble capteur + amplificateur + calculateur qui mesure l'angle de tangage $\beta(t)$ (en rad) du véhicule et commande le moteur du système de correction en fournissant une tension $u_C(t)$ (en V). L'ensemble est assimilable à un gain pur : Kc.
- Le moteur à courant continu dont la fonction de transfert est notée $M(p)$ transforme la tension $u_C(t)$ en une vitesse de rotation $\omega_m(t)$ (en rad/s).
- On équipe ce moteur d'une génératrice tachymétrique assimilable à un gain pur : K_{tachy} (mesure la vitesse de rotation du moteur). $K_{tachy} = 3,3 \times 10^{-3}$ V.rad^{-1}.s .
- Le réducteur de vitesse dont le rapport de réduction est de $\frac{1}{490}$ transforme la vitesse de rotation $\omega_m(t)$ en une autre vitesse de rotation $\omega_R(t)$ (rad/s). On note $\theta_R(t)$ l'angle en sortie du réducteur (rad).
- L'ensemble vis - écrou qui transforme la rotation de l'axe du réducteur $\theta_R(t)$ en une translation rectiligne de l'axe de sortie (vis) notée $x(t)$: 1 tour de vis correspond à une avance de 6 mm.
- 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. On assimile cet ensemble à un gain pur noté K_{BO}.

2. Compléter le diagramme fonctionnel de la chaîne d'action ci-après, en précisant les blocs et les variables intermédiaires avec leurs unités.



NB :

- L'entrée B(p) est la transformée de Laplace de $\beta(t)$ et la sortie Θ(p), la transformée de Laplace de $\theta(t)$.
- On passe d'une vitesse à un déplacement en intégrant.

Détermination du gain K_{BO} du bloc d'orientation.

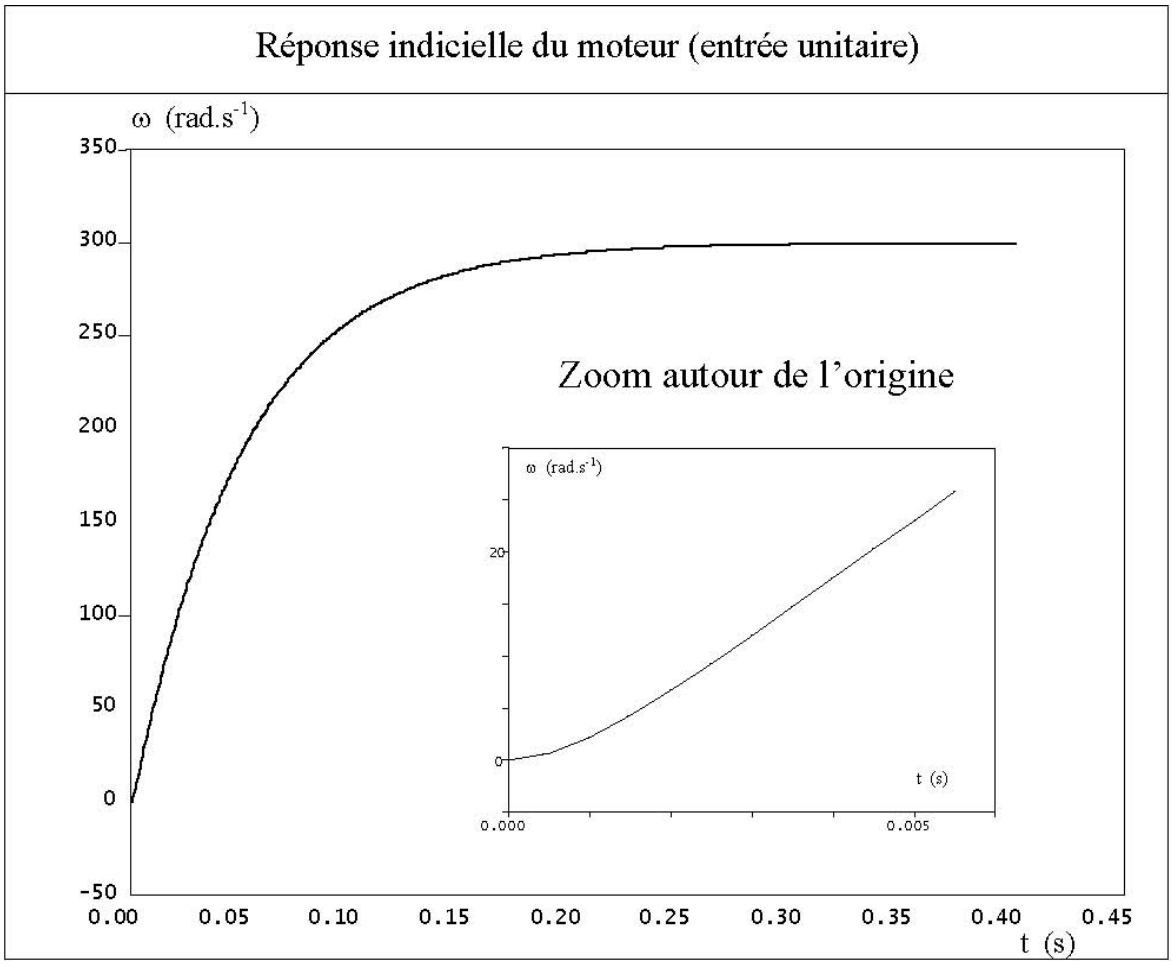
La position définie sur l'épure, document réponse 1, correspond à une position extrême 0 (points A, C et D).
On notera A_1, C_1 et D_1 les points dans l'autre configuration extrême 1 obtenus pour un déplacement du point D de $\Delta x = 30$ mm .

L'objectif est de tracer cette configuration extrême 1 afin de mesurer l'angle de correction de portée θ et d'en déduire le gain K_{BO}.

3. En supposant la course de l'axe 206 égale à 30 mm ($\overrightarrow{DD_1} = 30\vec{x}$), tracer sur le document réponse 1 le point C_1, les pièces 301 et 303 et l'axe du faisceau lumineux. Mesurer l'amplitude angulaire $\Delta\theta$ du faisceau.
4. En déduire la valeur du gain K_{BO}.

Détermination de la fonction de transfert du moteur.

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



5. Quelle est la forme de la fonction de transfert du moteur (ordre, régime de fonctionnement) ? Quelle hypothèse pouvons nous faire pour modéliser le système par un système du 1er ordre ? Cette hypothèse vous semble-t-elle justifiée au vu de la réponse indicielle.

6. Montrer que pour un système de réponse indicielle $\omega(t) = K(1 - e^{-t/\tau})$, la tangente à la courbe à l'instant t quelconque coupe l'asymptote de $\omega(t)$ à l'instant $t + \tau$.

7. Identifier *M(p)* à un 1er ordre. (Pour cela déterminer les paramètres caractéristiques sur la courbe).

8. Déterminer la fonction de transfert *M'(p)* du moteur équipé de la génératrice tachymétrique. Mettre *M'(p)* sous la forme canonique. Quels sont les avantages ou inconvénients de cette boucle de retour vis-à-vis de la rapidité ?

Fonction de transfert de la chaîne d'action.

9. Montrer que la fonction de transfert de la chaîne d'action complète est donnée approximativement par :

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

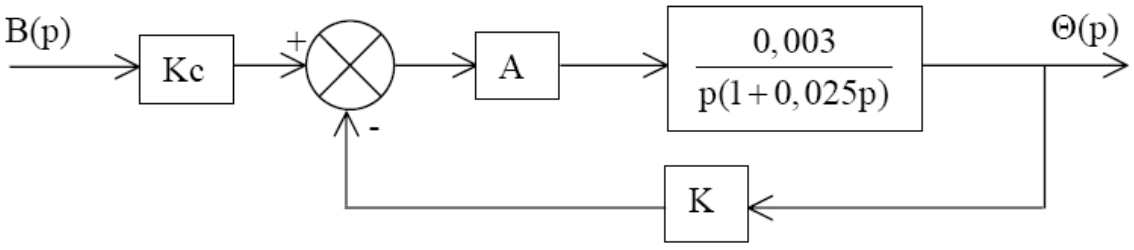
Les angles d'entrée et de sortie sont exprimés en radian.

Le véhicule est brusquement chargé à l'arrière.

10. Tracer l'allure de la loi d'entrée et l'allure de la réponse. Justifiez vos tracés et expliquez pourquoi la réponse ne converge pas. Est ce satisfaisant ?

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

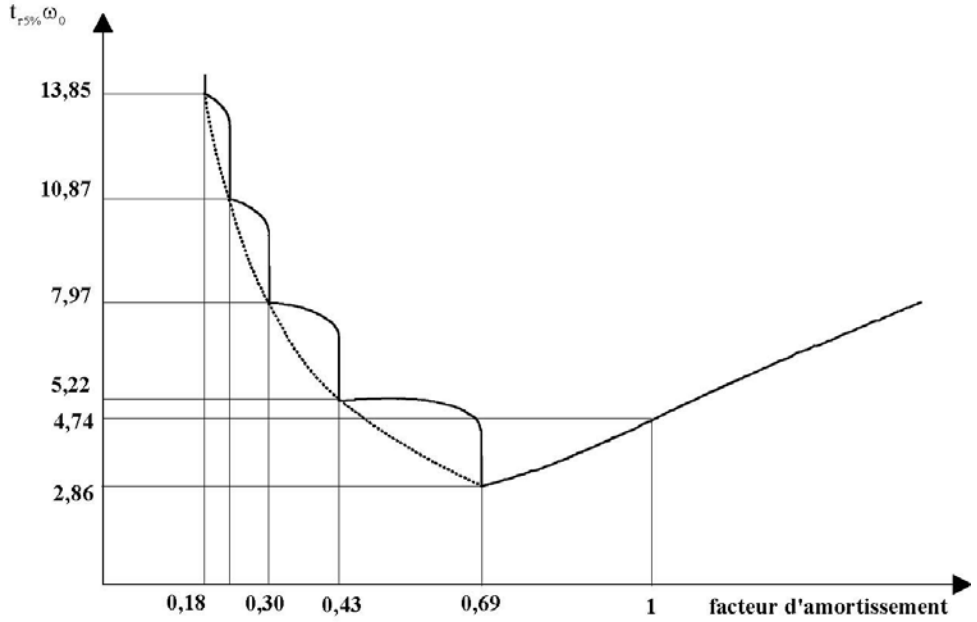
- un capteur de position, de gain K, qui mesure l'angle θ,
- un amplificateur de gain A (constant).



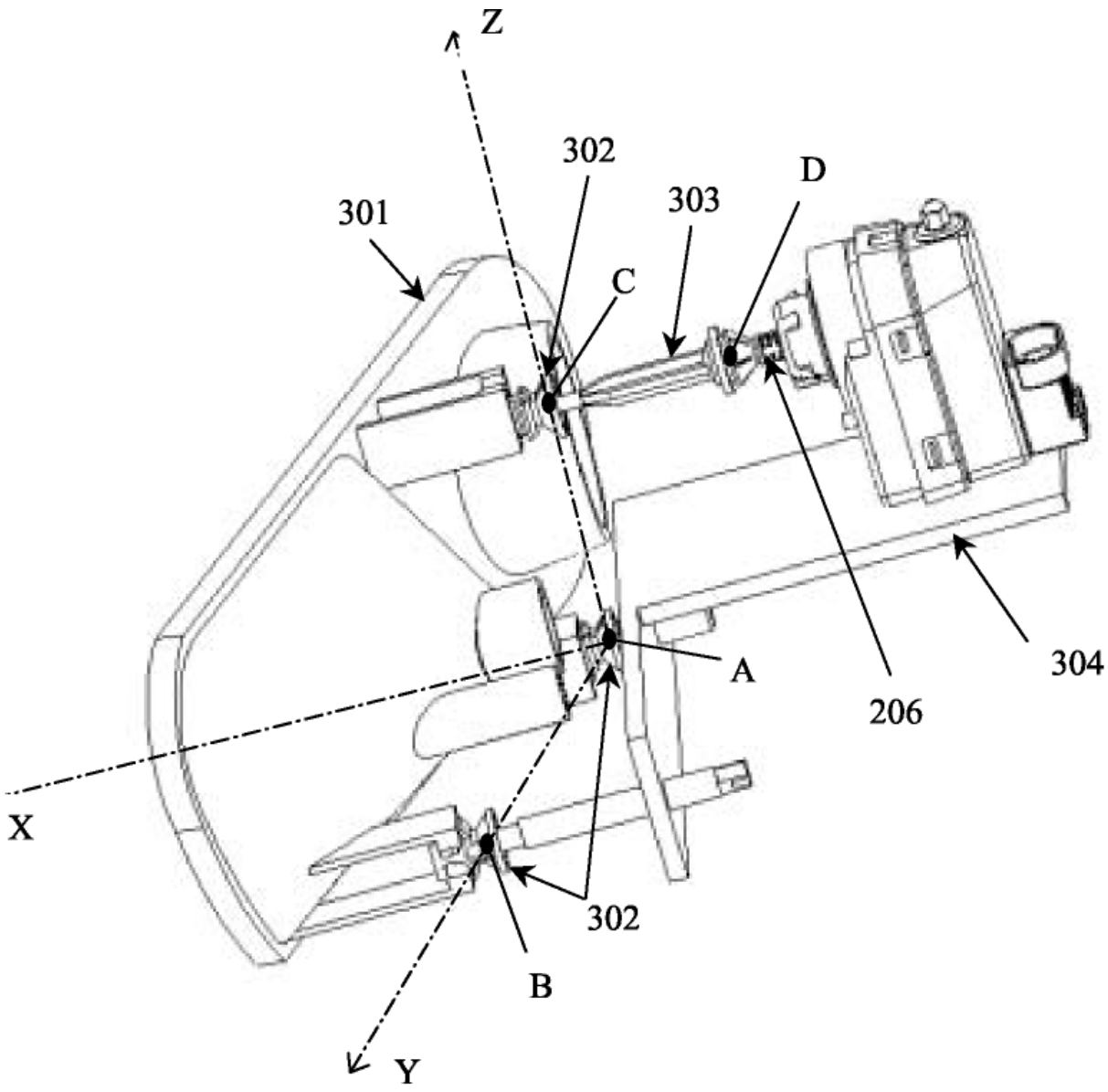
11. Déterminer la fonction de transfert $\frac{\Theta(p)}{B(p)}$ ainsi que ses paramètres caractéristiques.

12. Déterminer si le système est précis pour une entrée en échelon. Quelle doit être la valeur à imposer à K_C ?

13. A partir de la courbe ci-dessous, déterminer la quantité $A.K$ qui permet d'avoir le système le plus rapide. Calculer alors le temps de réponse à 5% du système.

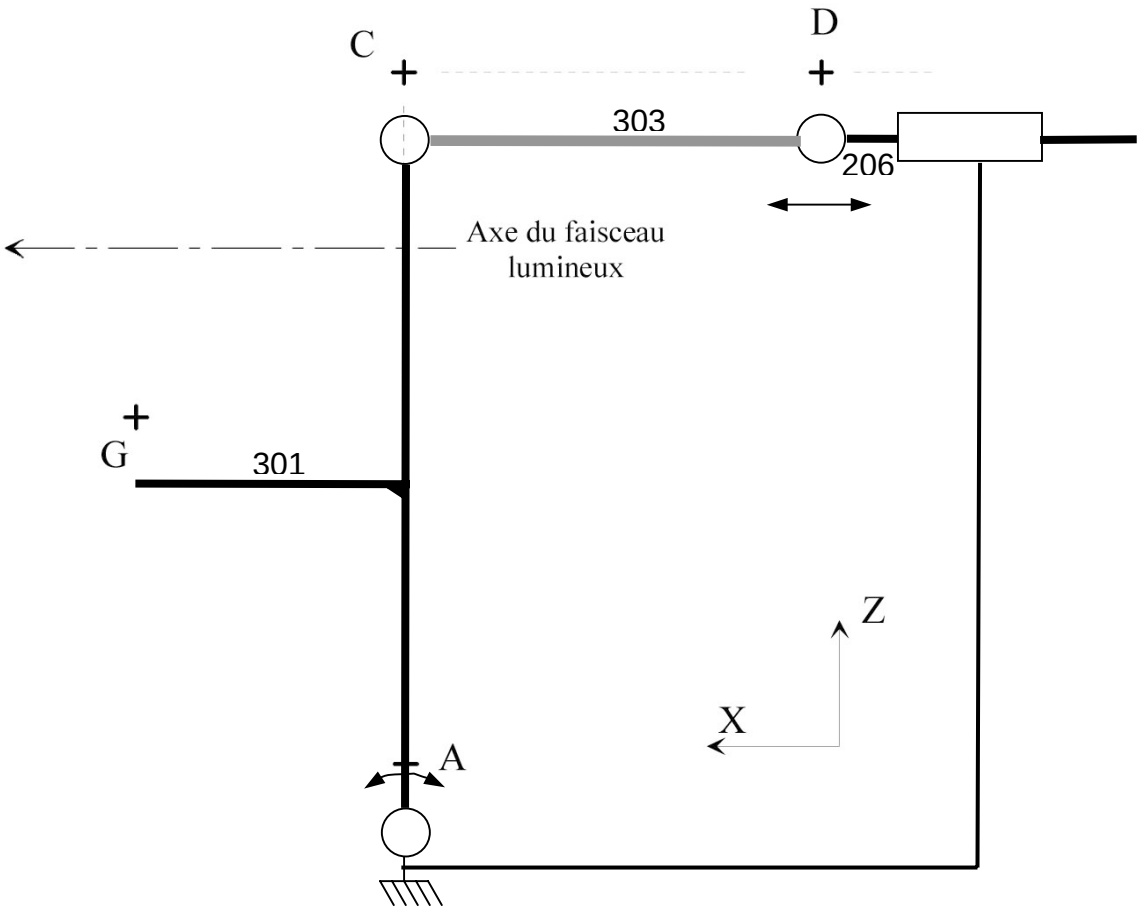


Annexe



Rep. Nbr.	Désignation	Observations
304 1	Bâti fixe	
303 1	Biellette de poussée	
302 3	Rotule femelle	
301 1	Bloc d'orientation	
206 1	Axe de sortie	
	Système d'orientation	

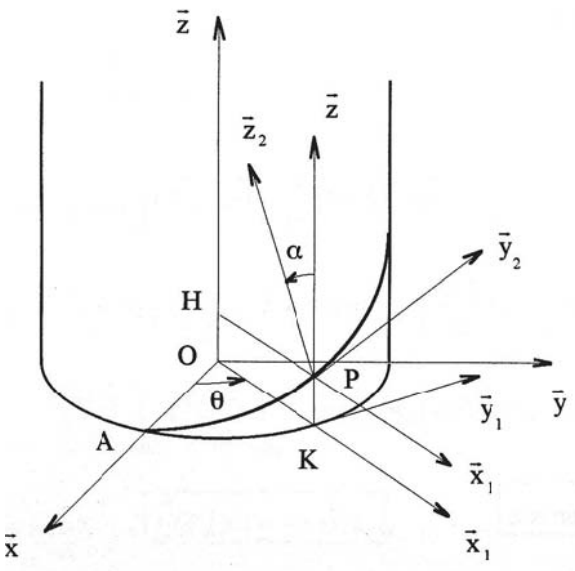
Document réponse 1



N.B. : le point G est ramené dans le plan $(A, \vec{x}, \vec{z})$.

Les distances AC et DC sont constantes.

Cinématique



Un point P décrit dans un repère $R\ (O,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ une hélice à droite d'angle α sur un cylindre de révolution d'axe $(O,\vec{z})$ et de rayon r.

Soit $R_1\ (O,\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z})$ le repère tel que le plan $(O,\vec{x}_1,\vec{z})$ contienne le point P. On pose $\theta = (\vec{x},\vec{x}_1)$ avec $\theta = \omega.t$. Soit $R_2\ (O,\vec{x}_1,\vec{y}_2,\vec{z}_2)$ le repère tel que l'axe $(P,\vec{y}_2)$ soit tangent à l'hélice. On a $\alpha = (\vec{y}_1,\vec{y}_2) = (\vec{z},\vec{z}_2)$.

L'axe $(P,\vec{x}_1)$ rencontre l'axe $(O,\vec{z})$ en un point H et l'on note K la projection orthogonale du point P sur le plan $(O,\vec{x},\vec{y})$.

Dans ces conditions, $\overrightarrow{KP} = r\theta\tan\alpha\,\vec{z}$, $p = r\tan\alpha$ est le pas réduit.

14. Déterminer $\vec{V}_{/R}^{P} = \left[\frac{d\overrightarrow{OP}}{dt}\right]_R$.

15. Déterminer $\vec{\Gamma}_{/R}^{P} = \left[\frac{d^2\overrightarrow{OP}}{dt^2}\right]_R$.

16. Déterminer l'accélération de Coriolis du point P.