

Mouvement RR 3D ★

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$ et $\overrightarrow{BC} = \ell \vec{i}_2 + r \vec{j}_2$. On note $R + \ell = L = 20 \text{ mm}$ et $r = 10 \text{ mm}$.

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V}(C, 2/0)$ par dérivation vectorielle.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{V}(C, 2/0)$ par composition.

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C.

Question 4 Déterminer $\Gamma(C, 2/0)$.

Mouvement RT – RSG ★★

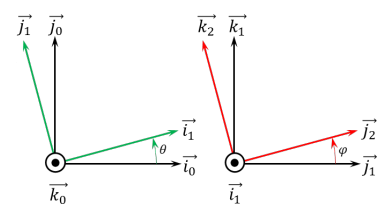
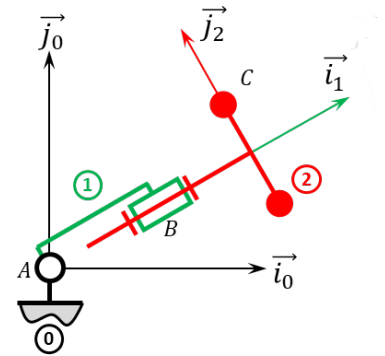
Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{IA} = R \vec{j}_0$ et $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$. De plus $R = 15 \text{ mm}$. On fait l'hypothèse de roulement sans glissement au point I.

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V}(B, 2/0)$.

Question 2 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point B.

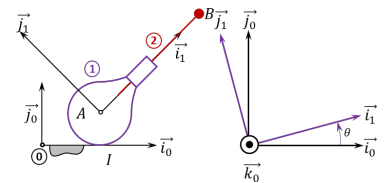
Question 3 Déterminer $\Gamma(B, 2/0)$.

02 CIN



Corrigé voir ??.

02 CIN



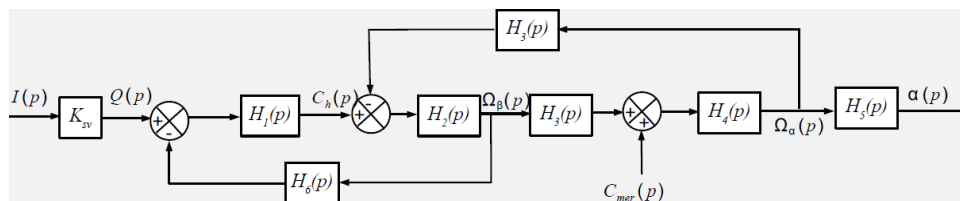
Corrigé voir 4.

03 SLCI

Pas de corrigé pour cet exercice.

Stabilisateur gyroscopique de bateau★

Soit le schéma-bloc suivant de la figure 1.



Question 1 Montrer que le schéma-bloc de la figure 1 peut se mettre sous la forme du schéma de la figure 2.

FIGURE 1 – Modélisation de la commande du vérin

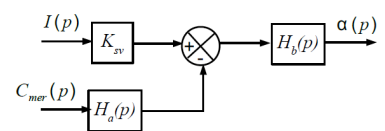


FIGURE 2 – Modèle simplifié

Corrigé voir 3.

TD 0

Fauteuil dynamique de cinéma – Sujet

Concours Centrale-Supélec TSI 2015

C1-01

C2-03

Présentation du système

Mise en situation

Exigence fonctionnelle « amplifier la sensation d'accélération »



Objectif

Proposer un modèle de comportement des éléments réalisant l'exigence fonctionnelle « amplifier la sensation d'accélération » puis valider les performances attendues listées par le cahier des charges.

Exigence : amplifier la sensation d'accélération

- ▶ Précision statique de la boucle d'asservissement de position :
 - erreur statique de position $< 1\%$;
 - erreur statique de traînage $< 1\%$;
 - erreur statique d'accélération $< 1\%$.
- ▶ Rapidité pour un échelon de consigne d'accélération :
 - temps de montée de 0 à 100% de la consigne $< 5\text{ ms}$;
 - dépassement $< 20\%$.

Comportement de l'ensemble variateur et moteur du dossier

Objectif

- ▶ Établir un modèle simplifié de l'asservissement de courant.
- ▶ Établir un modèle simplifié de l'asservissement de vitesse.
- ▶ Analyser la précision de l'asservissement de position.

Modélisation de l'asservissement de vitesse

NE PAS TRAITER LES QUESTIONS 1 à 3.

Remarque

Les 3 premières questions n'ont pas vraiment d'intérêt. Je les ai laissées car elles apparaissaient dans le sujet initial.

L'étude suivante consiste à obtenir un modèle simplifié de la boucle d'asservissement de vitesse (figure suivante) au regard des réglages effectués et de l'influence d'une perturbation de type échelon sur le dossier. En effet, vu la courte durée des sollicitations, la perturbation sur le dossier, dont l'origine peut être une action du spectateur sur ses muscles cervicaux, peut être modélisée par un échelon.

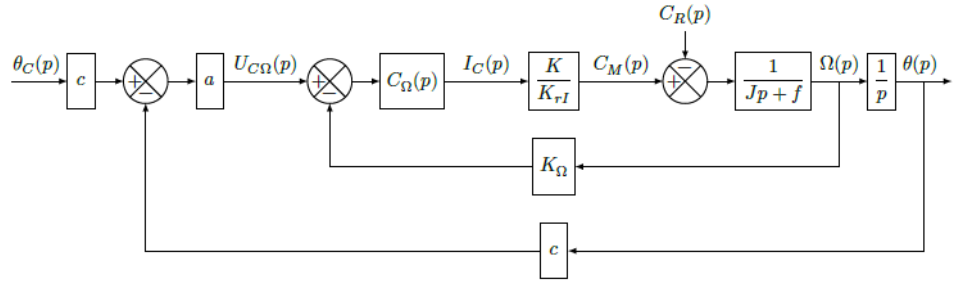


FIGURE 3 – Modèle de la boucle d'asservissement de vitesse

On a $C_\Omega(p) = k_1 \left(1 + \frac{1}{T_1 p}\right)$. De plus : $K = 0,115 \text{ N m A}^{-1}$; $R = 1 \Omega$; $L = 1,1 \text{ mH}$; $K_{rI} = 0,5 \text{ V A}^{-1}$; $r = 1/50$; $f = 4,1 \times 10^{-4} \text{ N m s rad}^{-1}$; $J = 0,16 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$.

Question 1 Exprimer la fonction de transfert de la boucle de vitesse $H_\Omega(p) = \Omega(p)/U_{C\Omega}(p)$, lorsque $C_R(p) = 0$. Le résultat sera mis sous une forme canonique.

Question 2 T_1 étant égal à J/f , montrer alors que la fonction de transfert en boucle fermée peut se mettre sous la forme $\frac{b}{\tau p + 1}$. Calculer les valeurs numériques des termes b et τ .

Question 3 En déduire, à l'aide de la figure précédente, $\theta(p)/C_R(p)$ lorsque $\theta_C(p) = 0$. Calculer ensuite la valeur finale de $\theta(t)$ lorsque $c_R(t)$ est un échelon unitaire. Conclure quant à l'action, en régime permanent, du correcteur proportionnel et intégral sur les effets d'une perturbation $c_R(t)$ de type échelon.

Modélisation de la boucle d'asservissement de position

Après toutes les simplifications précédentes, est obtenu le modèle de la figure suivante où seul le comportement en réponse à la consigne θ_C est abordé.

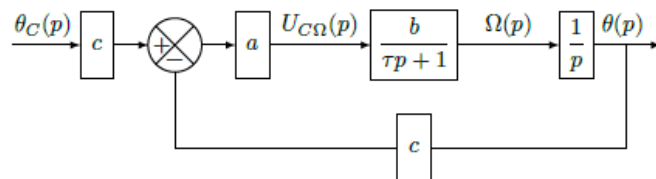


FIGURE 4 – Modèle simplifié de la boucle d'asservissement de position

Question 4 Exprimer la fonction de transfert $\theta(p)/\theta_C(p)$. Déterminer ensuite la valeur numérique de a pour avoir un facteur d'amortissement égal à 0,7. Justifier le choix de ce facteur d'amortissement. (Pour ce calcul et les calculs suivants prendre $b = 63 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$, $\tau = 2,2 \text{ ms}$, $c = 40 \text{ rad}^{-1}$.)

Analyse de la précision du système

Un aspect important pour la simulation sensorielle du siège dynamique est la capacité du système à reproduire fidèlement la consigne de position issue du programme de simulation sensorielle du siège dynamique. Dans un premier temps, l'étude se limite à la précision statique en utilisant le modèle défini à la figure précédente. L'erreur représente la différence entre l'entrée $\theta_C(t)$ et la sortie $\theta(t)$ et est définie par la variable $\mu(t) = \theta_C(t) - \theta(t)$.

Question 5 Exprimer dans un premier temps $\mu(p)$ en fonction de $\theta_C(p)$, puis déterminer de façon littérale et numérique l'erreur de position μ_p , l'erreur de trainage μ_v et l'erreur en accélération μ_a . Conclure quant à la précision statique du système suite aux différentes consignes $\theta_C(p)$ de type échelon, rampe et accélération.

Validation et optimisation de la performance simulée en accélération du dossieret

Objectif

Valider la performance simulée en accélération au regard du cahier des charges fonctionnel.

La figure suivante représente la structure d'une correction par anticipation qui permet d'améliorer la précision statique du système

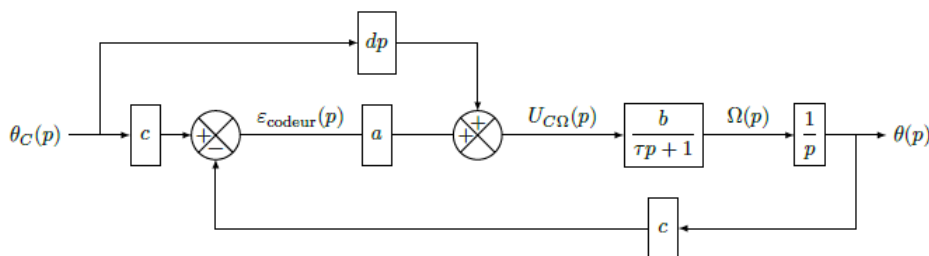


FIGURE 5 – Structure avec anticipation

Question 6 Déterminer l'erreur de position μ_p puis l'erreur de trainage μ_v . Conclure sur l'erreur de position au regard du cahier des charges.

Question 7 D'après l'erreur de trainage μ_v déterminée à la question précédente, calculer la valeur numérique de d qui permet d'annuler cette erreur de trainage. En prenant en compte la valeur numérique de d et de b , déterminer l'expression de l'erreur en accélération μ_a . Calculer ensuite sa valeur numérique et conclure au regard du cahier des charges.

Un aspect important pour la simulation sensorielle du siège dynamique est la capacité du système à reproduire rapidement les consignes d'accélération. À l'aide d'une simulation, la variable accélération $\ddot{\theta}_d$ possède les deux comportements donnés figure suivante pour la période transitoire, et ce lorsque la consigne vaut $\theta_{Cd}(t) = \frac{t^2}{2}u(t)$.

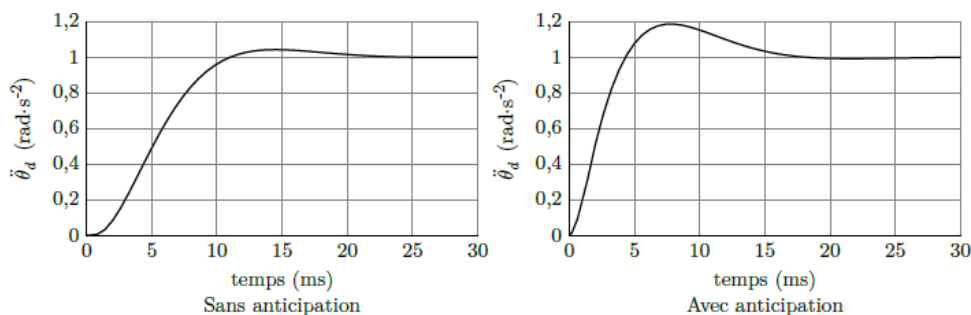


FIGURE 6 – Accélération du dossieret avec et sans anticipation

Question 8 Conclure quant au respect du cahier des charges vis-à-vis des accélérations produites par le dossieret du siège dynamique de cinéma.

Exigence fonctionnelle « incliner le spectateur suivant l'axe de tangage et de roulis »

Objectif

Valider le choix de conception pour la réalisation de la commande simultanée des deux moteurs de l'assise du siège.

En mode simultané (figure suivante), les consignes de vitesse de chaque variateur sont issues d'un calculateur numérique : a , d et c sont identiques. En revanche, le réglage du retour vitesse des cartes variateur est effectué à l'aide d'un potentiomètre et celui-ci peut ne pas avoir été réglé avec précision. En imposant le réglage du retour vitesse de la motorisation 1 à 5 V pour 3000 tr min⁻¹ et celui de la motorisation 2 à 5,5 V pour 3000 tr min⁻¹,

les calculs donnent $b_1 = 62,8 \text{ rad.s}^{-1}.\text{V}^{-1}$ et $b_2 = 57,1 \text{ rad.s}^{-1}.\text{V}^{-1}$. Les inerties au niveau de chaque moteur, supérieures à celle au niveau du moteur de dossier, peuvent fluctuer en fonction de la position du spectateur.

En tenant compte d'une variation d'inertie de 10%, les calculs donnent $\tau_1 = 1/366 \text{ s}$ et $\tau_2 = 1/447 \text{ s}$. On prendra $a = 0,09 \text{ V}$, $c = 40 \text{ rad}^{-1}$ et $d = 0,016 \text{ V rad}^{-1} \text{ s}$.

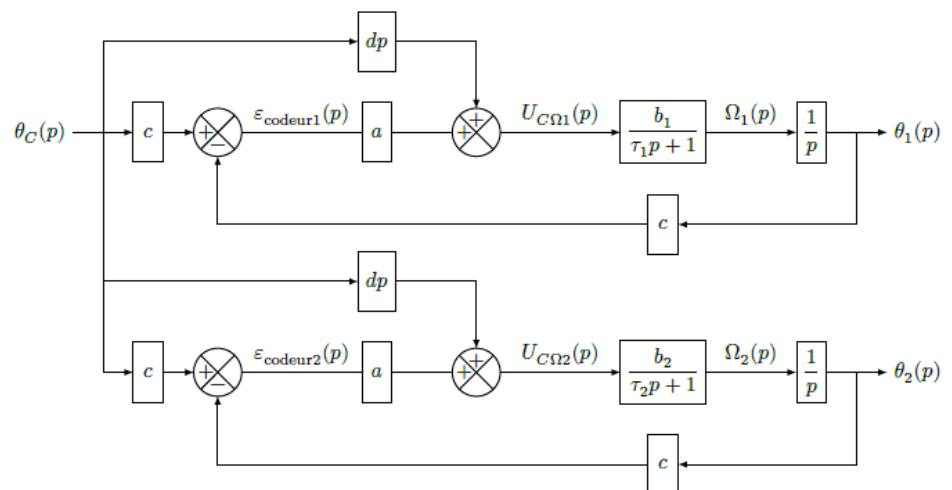


FIGURE 7 – Commande simultanée des deux moteurs

Question 9 En réutilisant éventuellement les calculs effectués aux questions 6 et 7 et en tenant compte des différences de réglage de retour vitesse et des différences d'inertie entre les deux motorisations, exprimer la valeur finale de $\theta_1(t) - \theta_2(t)$ lorsque la consigne $\theta_C(t)$ est respectivement égale à $u(t)$, $t \cdot u(t)$ puis $\frac{t^2}{2}u(t)$, $u(t)$ étant la fonction échelon unité.

La figure 8 représente le résultat d'une simulation de $\theta_1(t) - \theta_2(t)$ pour une consigne $\theta_C(t) = \frac{t^2}{2}U(t)$

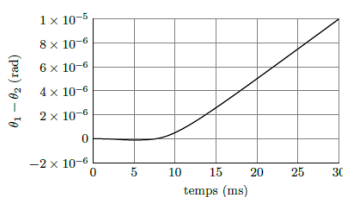


FIGURE 8 – $\theta_1 - \theta_2$ en fonction du temps

