

Travaux Pratiques - AUTOMATIQUE SLIDER

RAPPELS :

- **Un compte rendu sera rendu à la fin de chaque séance.**
- Chaque compte rendu donnera lieu à une note ainsi que la présentation.
- La présentation sera faite par **l'ensemble des membres du groupe de TP (chacun doit parler !!)**

- **A la fin de la séance :**
 - **RANGEZ VOTRE MATERIEL**
 - **ETEIGNEZ LE SYSTÈME**
 - **FERMEZ VOTRE SESSION** (ne pas éteindre l'ordinateur)

Les TPs en ilots (chef de projet, équipe modélisateurs, équipe expérimentateurs) permettent de :

- Développer l'autonomie et la prise d'initiative.
- Initier à l'ingénierie simultanée et au travail collaboratif.



Questions de **REFLEXIONS GLOBALES** pour **TOUTE L'EQUIPE**



Questions pour **l'EQUIPE EXPERIMENTATEURS**



Questions pour **l'EQUIPE MODELISATEURS**

Travaux Pratiques - AUTOMATIQUE SLIDER



Objectifs du TP

Le Slider permet de mettre en mouvement une caméra ou un appareil photo afin de choisir précisément les paramètres d'une prise de vue. Dans ce TP on s'intéresse plus précisément à l'étude du travelling d'une caméra disposée sur le rail du Slider. L'objectif est de modéliser le comportement dynamique de la chaîne fonctionnelle du Slider et de valider ce modèle par comparaison des performances simulées avec celles obtenues expérimentalement et avec celles attendues par le client, définies dans le cahier des charges.

1 – Mise en situation

Le travelling au cinéma s'oppose à une prise de vue fixe ou panoramique. Un travelling se caractérise par un déplacement de la caméra, le plus souvent suivant un axe. Ce type de prise de vue donne du rythme au film et accentue les émotions ressenties par le spectateur. La vitesse du travelling a une grande importance sur l'efficacité de l'effet visuel recherché. Rapide, il renforce le dynamisme, lent, il accentue le suspens. Un travelling peut se réaliser avec une caméra portée. Un rendu professionnel nécessite cependant l'utilisation de systèmes qui filtrent les perturbations, nacelle stabilisée ou rail de guidage. Afin d'optimiser le rendu, l'ajout d'une motorisation est nécessaire. Il s'agit dans ce TP de valider le choix du motoréducteur afin de respecter les exigences de ce système.



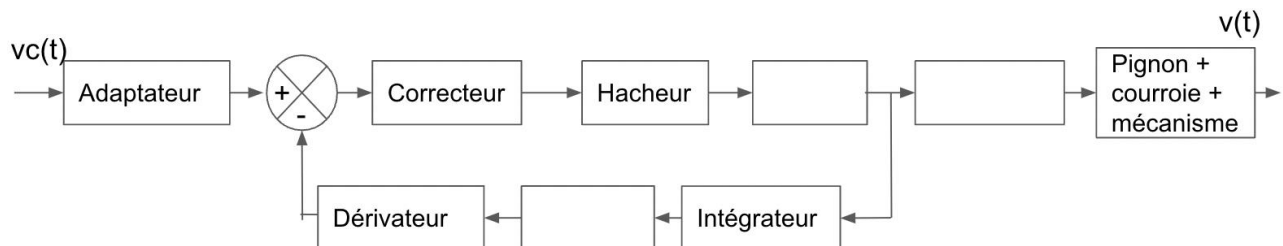
Prendre connaissance du « *DOSSIER RESSOURCES* » et mettre le système en fonctionnement en choisissant une commande en boucle fermée, pour une consigne de vitesse de 0.1 m/s et les réglages du correcteur suivants :

- $K_p = 1$ et $K_i = 0$
- $K_p = 20$ et $K_i = 0$



Compléter le schéma bloc fonctionnel ci-dessous décrivant l'architecture fonctionnelle du Slider utilisé en mode travelling. Indiquez notamment les grandeurs physiques qui transitent entre les blocs. On note $v_c(t)$ la vitesse de consigne saisie par l'utilisateur et $v(t)$ la vitesse réelle du Slider.

Remarque : L'industriel a fait le choix de calculer numériquement la dérivée des mesures du capteur afin d'obtenir une grandeur injectée dans le comparateur à l'image de la grandeur de sortie. Ceci explique la présence du bloc dérivateur. On supposera que cette dérivée est parfaitement calculée même si ceci pose de nombreux problèmes pratiques qui seront revus plus tard.



2 – Validation des performances de rapidité et de précision



À partir des essais réalisés dans la partie précédente, discuter de la précision en vitesse et de la rapidité du système.



Comparer ces performances à celles attendues dans le diagramme des exigences.

3 – Analyse du système



Refaire la procédure de prise d'origine et observer le comportement du Slider.



Préciser l'utilité et la nécessité de cette initialisation vis-à-vis des solutions technologiques retenues sur le Slider, et notamment celle du capteur de position angulaire du type codeur incrémental.



Décrire succinctement le principe général de son fonctionnement (avec un schéma).



Relever dans le diagramme des exigences la course annoncée par le constructeur et la comparer à la longueur du rail.



Effectuer un essai en imposant les positions de début et de fin permettant de parcourir le rail en entier.



Comparer la distance parcourue avec la longueur du rail. Expliquer le fonctionnement du rail Edelkrone et expliquer la valeur de la course totale du chariot. On pourra notamment s'appuyer sur un schéma décrivant le système en position de départ et en position de fin.

4 – Identification d'un modèle de comportement du moteur seul

L'actionneur du Slider est un moteur à courant continu associé à un réducteur de vitesse. On se propose dans cette partie de mettre en place un modèle de comportement du moteur à partir du moteur seul (séparé du reste de la chaîne de puissance du Slider et notamment du réducteur qui n'est pas rattaché au moteur seul).

Pour les questions suivantes, prendre connaissance de la partie « MODELISATION DU MOTEUR A COURANT CONTINU » du « DOSSIER RESSOURCES ».



Suivre la procédure de mise en service du moteur seul expliquée dans le « DOSSIER RESSOURCES ».



Sur le logiciel, paramétrez un échelon de tension de 4V.



À partir de l'allure de l'évolution de la vitesse de rotation, justifier la mise en place d'un modèle du premier ordre posé par l'**EQUIPE MODELISATEURS**.



Déterminer expérimentalement le gain et la constante de temps associés au modèle de l'actionneur.



Effectuer un nouvel essai dit à rotor bloqué (consulter la configuration associée dans le « DOSSIER RESSOURCES »).



Discuter avec votre **CHEF DE PROJET** et l'**EQUIPE MODELISATEURS** d'un moyen de mesurer la résistance d'induit à partir de cet essai.



Mettre en place le protocole expérimental et en déduire la valeur de la résistance d'induit du moteur.

La constante de temps établie précédemment ne prend pas en compte l'inertie de l'ensemble des pièces en mouvement. En effet, nous verrons en 2^{ème} année que si l'on note J_{mot} l'inertie du moteur et $J_{mecanisme}$ l'inertie de l'ensemble des autres pièces ramenée sur l'arbre moteur, alors l'inertie totale ramenée sur l'arbre moteur vaut $J_{eq} = J_{mot} + J_{mecanisme}$ or d'après les résultats de l'**EQUIPE MODELISATEURS**, J_{eq} a une incidence sur la constante de temps du moteur. Il est nécessaire de faire un essai où le moteur met en mouvement toutes les pièces pour identifier la vraie constante de temps du système.

5 – Identification d'un modèle de comportement du Slider



Effectuer un relevé en boucle ouverte sur le Slider pour un échelon de tension de 4V (on pourra choisir consigne = 0.1 m/s et vérifier la tension correspondante) et en spécifiant une position initiale $L_0 = 0$ m et finale $L_3 = 0.15$ m.



Relever l'évolution de la vitesse de déplacement.



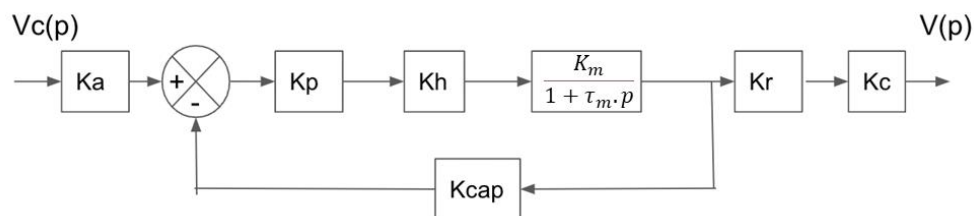
Commenter la courbe.



Justifier que l'on peut assimiler la réponse à celle d'un premier ordre.



En utilisant le schéma bloc du système ci-dessous (issu du travail de l'**EQUIPE MODELISATEURS**), donner le lien entre la constante de temps observée expérimentalement et la constante de temps du moteur τ_m .



Relever la nouvelle constante de temps τ_m et la comparer à celle mesurée sur le moteur seul (questions précédentes).



Peut-on négliger l'inertie de l'ensemble du mécanisme devant celle de l'arbre moteur ?



Effectuer des relevés en boucle fermée pour différentes consignes de vitesse et le paramètre $K_p = 1$.



Relever les valeurs en régime permanent de la tension aux bornes du moteur, du courant traversant celui-ci et de la vitesse de déplacement du chariot.



En utilisant le modèle établi par l'**EQUIPE MODELISATEURS** et les valeurs précédemment mesurées, tracer l'évolution de la vitesse du chariot en régime permanent en fonction de la vitesse de rotation du moteur.



Proposer un modèle de comportement pour l'ensemble {réducteur + pignon + courroie + mécanisme}.



En utilisant les données disponibles sur le réducteur dans le « *DOSSIER TECHNIQUE* », en déduire les valeurs des coefficients K_r et K_c du schéma bloc précédent.

6 – Validation de l'exigence de précision du Slider



Relever dans le « *DOSSIER TECHNIQUE* » les caractéristiques du codeur incrémental, et déterminer la précision angulaire de ce capteur de position angulaire.



En utilisant les résultats des questions précédentes (expériences en Boucle Ouverte, ...), en déduire la précision portant sur la mesure de position linéaire.

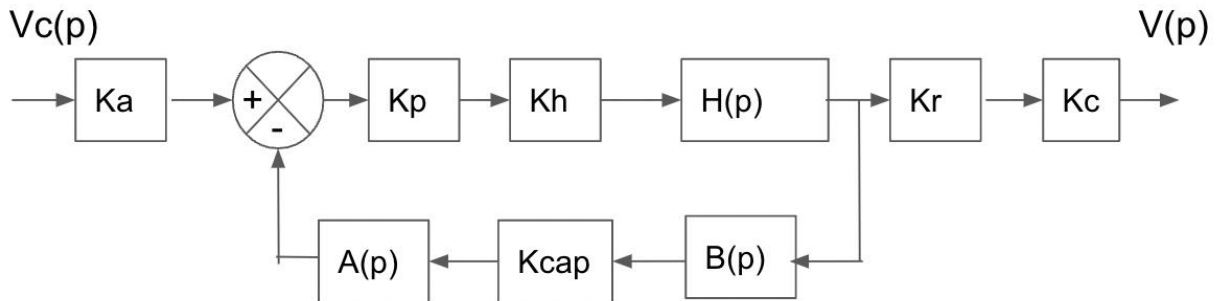


La précision trouvée permet-elle de satisfaire aux exigences de précision définies dans le diagramme des exigences ?

Remarque : La précision du capteur fournit une condition nécessaire pour que cette exigence de précision soit validée mais nous ne sommes pas sûrs que celle-ci le sera en pratique car les paramètres de l'asservissement ont une incidence sur cette performance).

7 – Modélisation du comportement dynamique du Slider

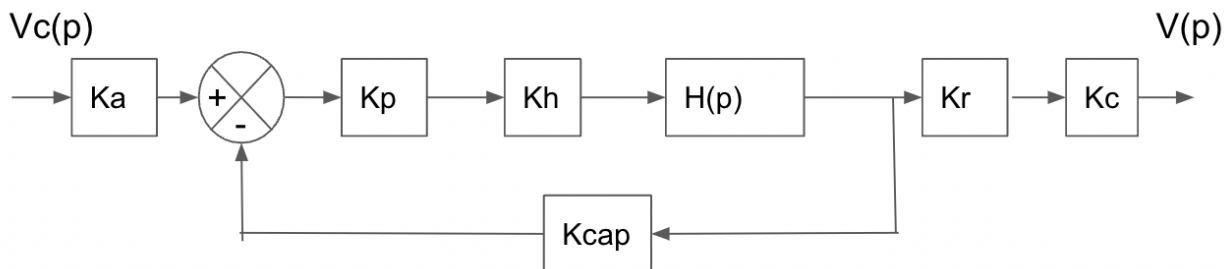
Afin d'établir un modèle de la commande en travelling, nous allons modéliser les différents composants du schéma-blocs fonctionnel précédemment établi. Le schéma-blocs associé à la commande en travelling est proposé ci-dessous.



Proposer une expression pour les blocs $A(p)$ et $B(p)$.



Montrer que l'on peut transformer le schéma bloc pour se ramener au schéma ci-dessous.



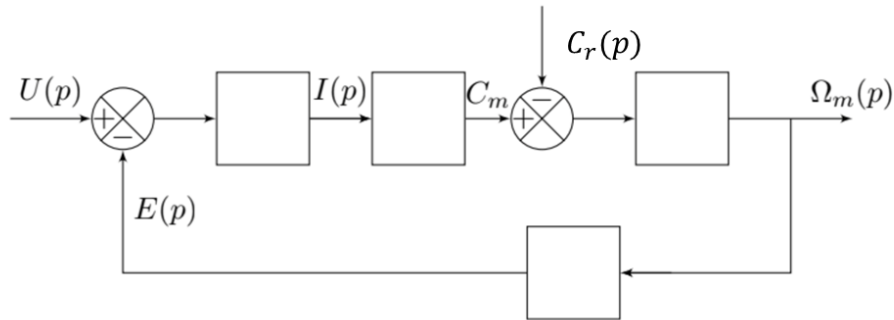
Pour que l'asservissement soit de qualité (au sens précis), il faut que l'écart statique (grandeur en sortie du comparateur) soit nul lorsque $v(t) = v_c(t)$ en régime permanent.



En déduire la valeur du gain K_a en fonction de K_{cap} , K_r et K_c .

Remarque : La carte Arduino chargée de traiter les mesures contient un gain permettant de compenser K_{cap} de telle sorte qu'on prendra dans toute la suite $K_{cap} = 1$.

On propose de représenter les équations du moteur grâce au schéma bloc ci-dessous :



Compléter le schéma bloc à partir des équations fournies dans la partie « *MODELISATION DU MOTEUR A COURANT CONTINU* » du « *DOSSIER RESSOURCES* » (les conditions initiales seront considérées nulles).



En négligeant le couple perturbateur $C_r(p)$ et en faisant l'hypothèse que l'inductance L est très petite, déduire de ce schéma bloc la fonction de transfert du moteur à courant continu $H(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)}$ que l'on écrira sous forme canonique en identifiant K_m et τ_m .

Le modèle de connaissance du moteur étant maintenant connu, on veut identifier ses paramètres caractéristiques par expérimentation (modèle de comportement).



À partir des résultats de l'**EQUIPE EXPERIMENTATEURS** (différents essais avec un échelon de tension de 4V pour le moteur seul), déterminer la valeur de R , K_e et J_{eq} .



En utilisant les valeurs de K_r et K_c trouvées par l'**EQUIPE EXPERIMENTATEURS** ainsi que la relation établie précédemment pour que l'asservissement soit de qualité (au sens précis), établir la valeur de K_a en points/(m/s).

La commande du hacheur est effectuée au moyen d'une valeur entière codée sur 8 bits : celle-ci peut prendre toutes les valeurs entières entre 0 et 255. Pour une valeur de 0, le hacheur produit une tension aux bornes du moteur de 0 V et pour une valeur de 255, il produit une valeur de 12 V.



En supposant que le hacheur peut être modélisé par un gain pur, établir la valeur de K_h .

8 – Simulation numérique du comportement dynamique du Slider



Compléter le modèle Scilab fourni à l'aide des résultats des parties précédentes.



Valider le modèle établi en le comparant à des résultats expérimentaux observés pour $K_p = 1$ et $K_p = 20$. Préciser les éventuels écarts observés.

6 - Validation



L'objectif pour le groupe est de comparer les résultats des mesures avec les valeurs théoriques données par le calcul, la simulation numérique et l'expérimentation. Estimer d'où peuvent provenir les écarts.

