Machine d'assemblage

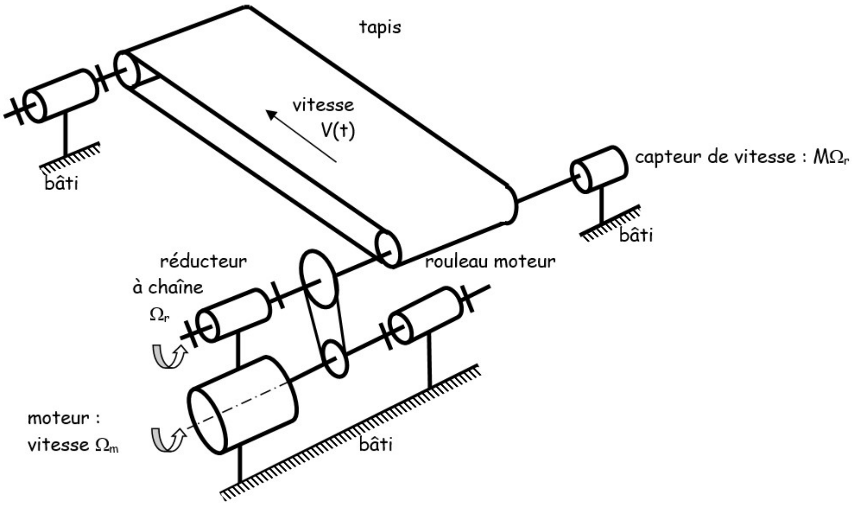
Étude théorique et numérique de l'asservissement de la vitesse du tapis roulant, amélioration de ses qualités

1. Contexte

Le système étudié est dédié au montage de robinets à boisseau sphérique.

La machine est organisée autour d'un transfert libre afin de permettre une évolution future par l'adjonction d'autres postes : contrôle d'étanchéité, marquage des pièces …

Les pièces transitent entre chaque poste par un transfert à tapis dont le schéma est donné :

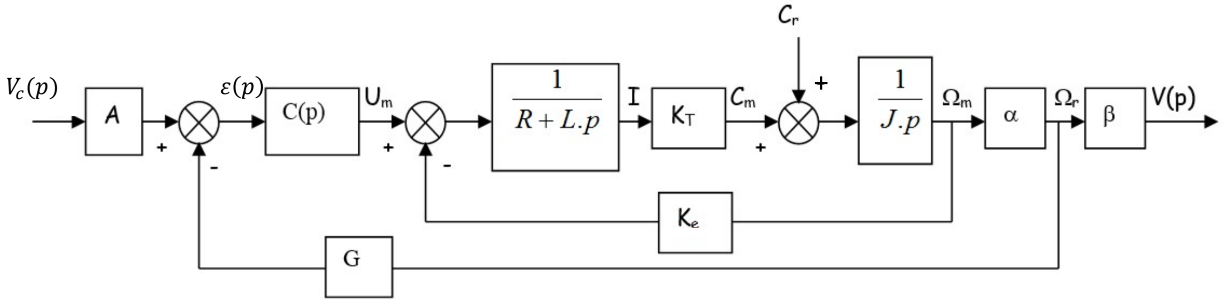


L'entraînement du tapis est assuré par un motoréducteur (moteur + réducteur) par l'intermédiaire d'une transmission par chaîne ou courroie.

Ce type d'asservissement et de problématique sont très fréquents dans l'industrie que ce soit comme ici pour un tapis roulant ou pour assurer le déplacement d'un axe de machine robot ou autre.

2. Schéma bloc et fonction de transfert

Le schéma bloc ci-dessous propose la modélisation fonctionnelle de la commande asservie de la vitesse de déplacement du tapis.



Les notations utilisées sont les suivantes :

- P : puissance du moteur
- U_m : tension d'alimentation du moteur
- V_c : consigne de vitesse
- C_r : couple résistant perturbateur
- R : résistance de l'induit
- C(p) : correcteur
- Ω_m : vitesse de l'arbre moteur
- G : gain pur du capteur de vitesse
- Ω_r : vitesse de l'arbre récepteur
- J : moment d'inertie de l'ensemble ramené sur l'arbre moteur
- β : rayon du rouleau moteur
- L : inductance de l'induit
- A : coefficient d'amplification
- K_T : constante de couple
- K_e : constante électrique
- α : rapport de vitesse du réducteur à chaîne

On prendra pour l'instant $C(p) = K_p$.

Q.1. **Modifier le schéma bloc du système en ramenant C_r au niveau de l'entrée $V_c(p)$.**

La FTBF de la boucle interne notée $H_1(p)$ (qui modélise le moteur) est :

$$H_1(p) = \frac{\Omega_m}{U_m} = \frac{K_T}{(R+Lp)Jp + K_T.K_e}$$

Q.2. **Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $H_2(p)$ du système complet : $H_2(p) = \frac{V(p)}{V_c(p)}$. Quelle est son ordre et sa classe ?**

Q.3. **Exprimer la vitesse de sortie V(p) en fonction de $H_2(p)$, $V_c(p)$, $C_r(p)$, L, R, A, C_p, K_T.**

3. Etude de la phase de mise en marche

On étudie la mise en marche du mécanisme **sans perturbation**, avec une **consigne de type échelon** et avec un correcteur : $\mathbf{K_p = 1}$.

3.1. Étude théorique

On dit qu'un système est correctement asservi lorsque $\varepsilon(p)$ est nul et lorsque l'entrée $V_c(p)$ est égale à la sortie $V(p)$.

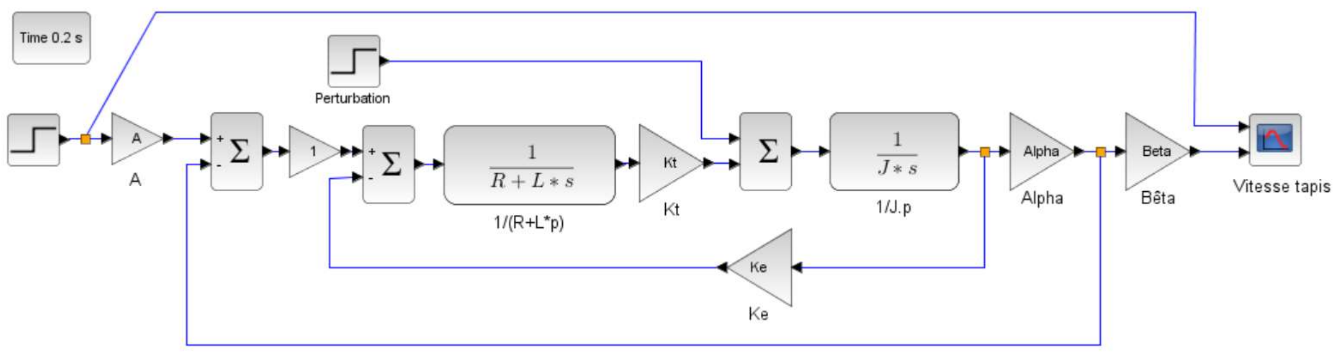
Q.4. **Quelle est la valeur de A pour que le système soit correctement asservi ? La perturbation n'est pas à prendre en compte dans ce calcul.**

Les données numériques des grandeurs sont données dans le tableau ci-dessous.

$R = 1\ \Omega$	$J = 1{,}5$ kg.cm^2	$\alpha = 1/5$
$P = 210$ W	$K_T = 6$ N.cm/A	$\beta = 25$ mm
$L = 100\ \mu$H	$K_e = 6{,}28$ V/1000 tours/mn	$G = 1$ V/rad/s

3.2. Simulation numérique avec Scilab

- Sur Scilab, réaliser le schéma-bloc du système avec la valeur de A trouvée.
- Enregistrer votre fichier sous « MachAss_SansPertu ».



On a montré à la question 2 que le système était d'ordre 2, nous allons d'abord vérifier s'il ne pourrait pas se simplifier en un ordre 1.

Q.5. **Identifier les deux paramètres potentiellement négligeables. Pour cela :**

- Effectuer trois simulations :
  - Une avec tous les paramètres à leur valeur nominale (**attention aux conversions**),
  - Une avec le premier paramètre à 0,
  - Une avec le second paramètre à 0.

Comparer les réponses temporelles, un des paramètres est-il négligeable ?

3.3. Étude théorique

Q.6. **Dans les conditions de la mise en marche, montrez que $H_2(p)$ s'écrit sous la forme $\frac{K}{(1+T.p)}$. Donner les expressions de K et T.**

Q.7. **Calculer la valeur de l'erreur statique pour une entrée en échelon d'amplitude V_0.**

4. Étude de l'influence d'une perturbation

On pose : C(p) = constante = K_P Consigne = V_0 =0,1m/s $C_r(p) = \frac{C_0}{p}$

L'étude porte sur l'influence d'une perturbation échelon $C_r(p)$.

4.1. Étude théorique

D'après le principe de superposition, on a : $S(E_1 + E_2) = S(E_1) + S(E_2)$, on peut notamment l'appliquer dans le cas d'une consigne d'entrée suivie d'une perturbation.

Q.8. **Déterminer l'erreur liée à la perturbation. Attention, dans ce cas l'entrée est nulle.**

Q.9. **Faire l'application numérique avec perturbation C_0 = -0,1 N.m.**

4.2. Simulation numérique avec Scilab

- Enregistrer le fichier Scilab sous « MachAss_AvecPertu ».
- Simuler et relever la valeur de sortie.
- Modifier le schéma pour une perturbation C_0 = - 0,1 N.m arrivant à 0s.
- Simuler et relever la valeur de sortie.

Q.10. **Quelle est l'erreur liée à la perturbation ? Retrouvons-nous l'écart théorique trouvé précédemment ? Relever la valeur de $t_{r5\%}$?**

5. Amélioration : Modification de l'écart dû à la perturbation

On pose : $L \neq 0$ $C(p) = \frac{1}{p}$ $C_r(p) = \frac{C_0}{p}$ Consigne : V_0 = 0,1 m/s

Afin d'améliorer la régularité de la vitesse du tapis, on propose de remplacer le bloc C(p) = K_P par un intégrateur $C(p) = \frac{1}{p}$. La perturbation est identique au cas précédent : C_0 = -0,1 N.m.

5.1. Étude théorique

Q.11. **Déterminer la FTBO liée à $H_2(p)$ et identifier sa classe. En déduire la valeur de l'écart statique avec ce nouveau correcteur.**

5.2. Simulation numérique avec Scilab

- Enregistrer le fichier Scilab sous « MachAss_AvecPertuAmeliore».
- Modifier C(p).
- Réaliser une simulation sans perturbation et une avec (Time = 2s).

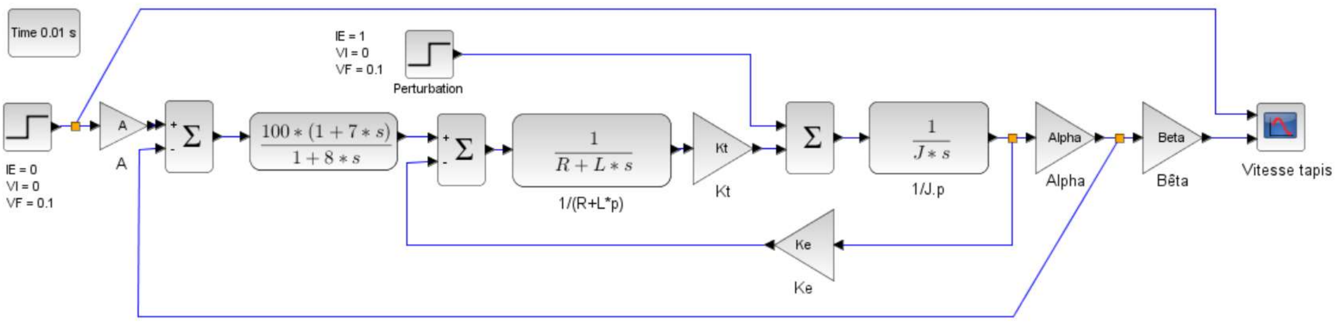
Q.12. **Vers quelle valeur tend la sortie et quelle est la valeur de $t_{r5\%}$ dans les deux cas ? En comparant avec les résultats précédents, qu'observer-vous ? Quels inconvénients présente ce système ?**

6. Schéma réel de l'asservissement

Le système réel est muni d'un correcteur du type : $C(p) = 100\frac{1+7p}{1+8p}$.

6.1. Simulation numérique avec Scilab

- Enregistrer le fichier Scilab sous « MachAss_Reel ».
- Modifier la valeur de C(p).
- Réaliser une simulation sans perturbation et une avec (t = 0.01s).



Q.13. **Vers quelle valeur tend la sortie et quelle est la valeur de $t_{r5\%}$? Conclure sur le schéma réel de l'asservissement et sur l'importance du correcteur vue à travers cet exemple.**