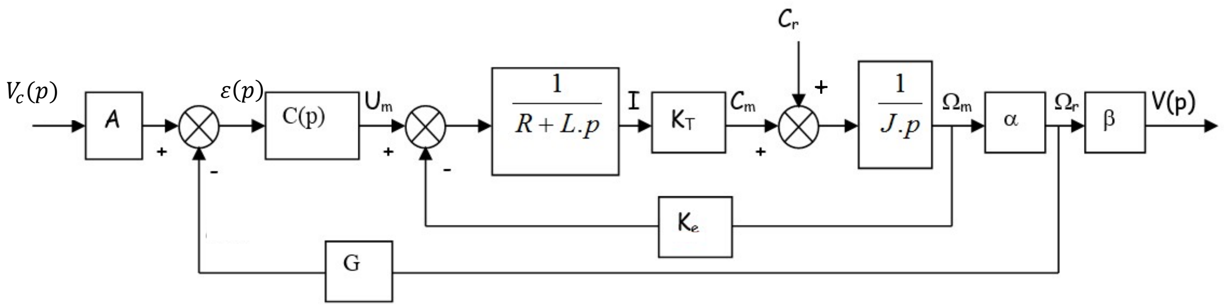
Machine d'assemblage

2. Schéma bloc et fonction de transfert



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 perturbation est alors associée à un bloc $\frac{R+Lp}{K_T\ K_p A}$.

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 ?**

Avec une formule de Black, on a $H_2(p) = A\frac{K_p\ H_1(p)\ \alpha}{1+K_p\ H_1(p)\ \alpha\ G}\beta$ soit sous forme canonique :

$$H_2(p) = \frac{A\beta K_p K_T \alpha}{K_T K_e + K_p K_T \alpha\ G} \frac{1}{1 + \frac{RJ}{K_T K_e + K_p K_T \alpha\ G} p + \frac{LJ}{K_T K_e + K_p K_T \alpha\ G} p^2}$$

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.**

D'après le théorème de superposition : $V(p) = H_2(p)\left[V_c(p) + C_r(p).\frac{R+Lp}{K_T\ K_p A}\right]$

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

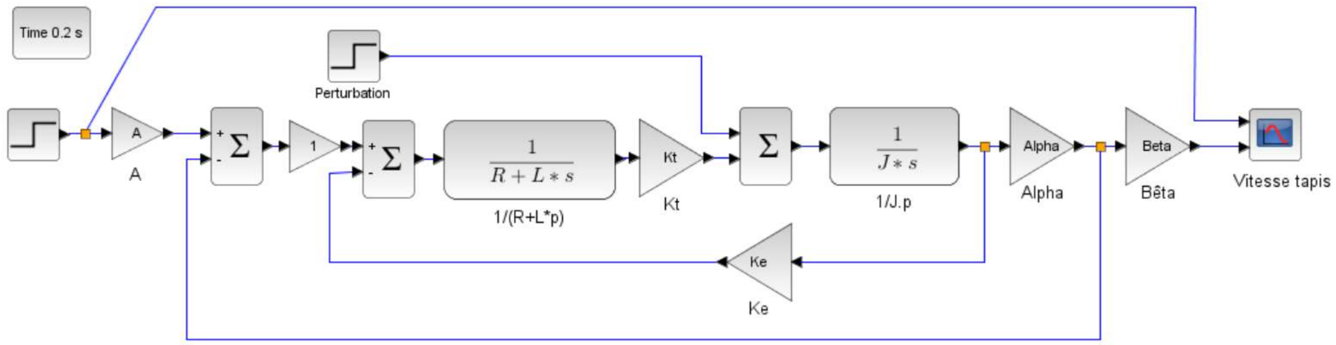
On dit qu'un système est correctement asservi lorsque $\varepsilon(p)$ est nul et lorsque l'entrée $V_c(p)$ est égale à la sortie $V(p)$.

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.**

On a $\varepsilon = 0$ et $\varepsilon = V_c.A - \frac{G}{\beta}V$ or $V_c = V$ d'où $A = \frac{G}{\beta}$.

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».



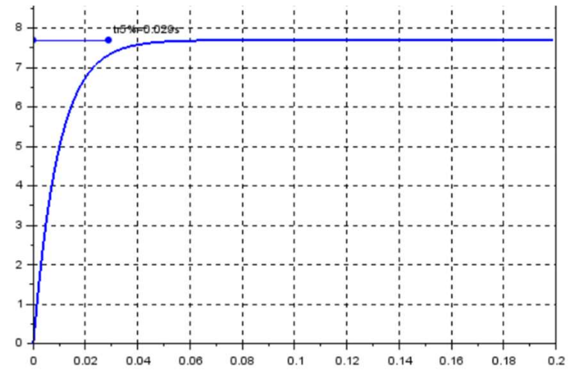
On a montré à la question 2 que le système était d'ordre 2, nous allons d'abord vérifier s'il ne pourrait pas se simplifier en un ordre 1.

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

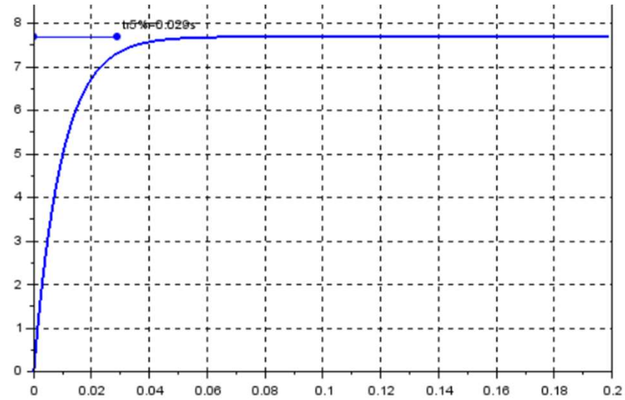
- Effectuer trois simulations :
  - Une avec tous les paramètres à leur valeur nominale (**attention aux conversions**),
  - Une avec le premier paramètre à 0,
  - Une avec le second paramètre à 0.

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

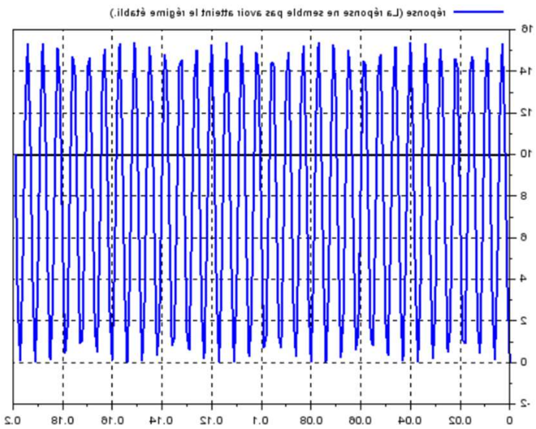
Valeur nominale



Pour L=0



Pour R=0



On peut négliger le terme avec L. Pour la suite on prendra L=0.

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.**

Avec L=0, il vient :

$$H_2(p) = \frac{GK_p\alpha}{K_e + K_p\alpha\ G}\frac{1}{1 + \frac{RJ}{K_T K_e + K_p K_T \alpha\ G}p}$$

D'où $K = \frac{GK_p\alpha}{K_e+K_p\alpha\ G}$ et $T = \frac{RJ}{K_T K_e+K_p K_T\alpha\ G}$.

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

L'erreur statique est $e_{rs} = \lim_{t\to\infty} V_c(t) - V(t)$, d'après le théorème de la valeur finale :

$$e_{rs} = \lim_{p\to 0} p\frac{V_0}{p}(1 - \frac{K}{(1+T.p)}) = V_0(1-K)$$

4. Étude de l'influence d'une perturbation

On pose : C(p) = constante = K_P=1 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.**

On rappelle que $V(p) = H_2(p)\left[V_c(p) + C_r(p).\frac{R+Lp}{K_T\ C_pA}\right]$, avec $V_c(p) = 0$, il vient $V(p) = H_2(p).C_r(p).\frac{R+Lp}{K_T\ C_pA}$ et

$$e_{rp} = \lim_{p\to 0} p(0 - V(p)) = \lim_{p\to 0} p\frac{-C_0}{p}.\frac{R+Lp}{K_T\ K_pA}.\frac{K}{(1+T.p)} = \frac{-C_0R\beta}{K_T\ K_pG}K = \frac{-C_0R\beta}{K_T}\frac{\alpha}{K_e + K_p\alpha\ G}$$

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

$$e_{rp} = 0.032$$

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 $t_{r5\%}$?**

La sortie tend vers 0.045 m/s, le temps de réponse à 5% est 0.03s. Sans perturbation, avec une entrée en échelon $V_0 = 0.1$, la sortie tend vers 0.077m/s. L'erreur liée à la perturbation est donc de 0.077-0.045=0.032.

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 = 1 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

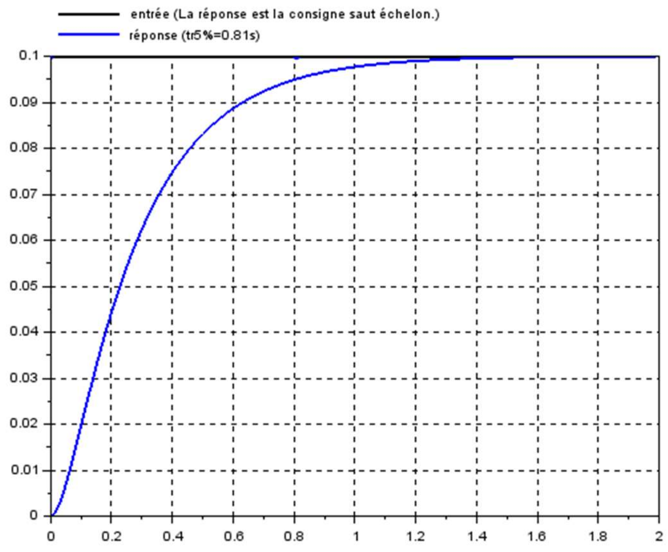
Q.11. **Déterminer la FTBO liée à $H_2(p)$ et identifier sa classe. En déduire la valeur de l'écart statique avec ce nouveau correcteur.**

$$FTBO = G.\frac{1}{p}.H_1(p).\alpha$$

La classe de la FTBO est maintenant de 1, pour une entrée en échelon, on sait que l'erreur est nulle.

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).
  On obtient la courbe suivante :



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

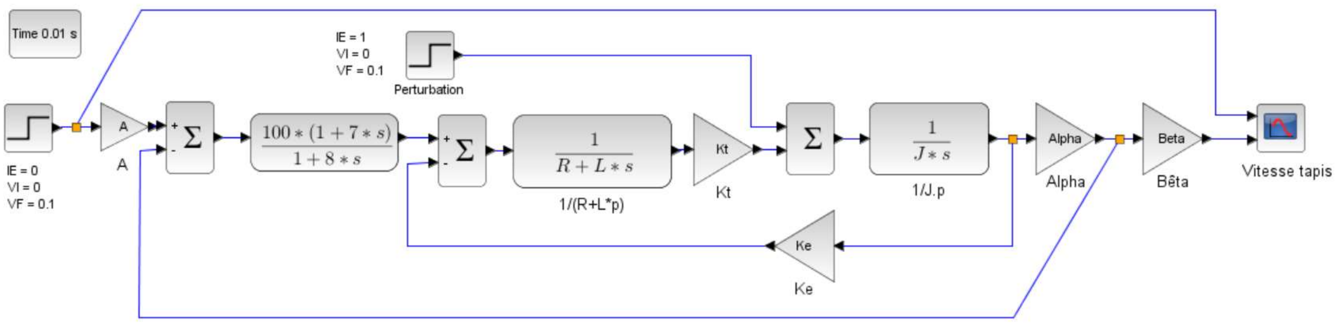
La sortie tend vers 0.1, ce qui correspond à la l'entrée, il n'y a donc pas d'erreur. Le système est plus précis mais il est aussi moins rapide.

6. Schéma réel de l'asservissement

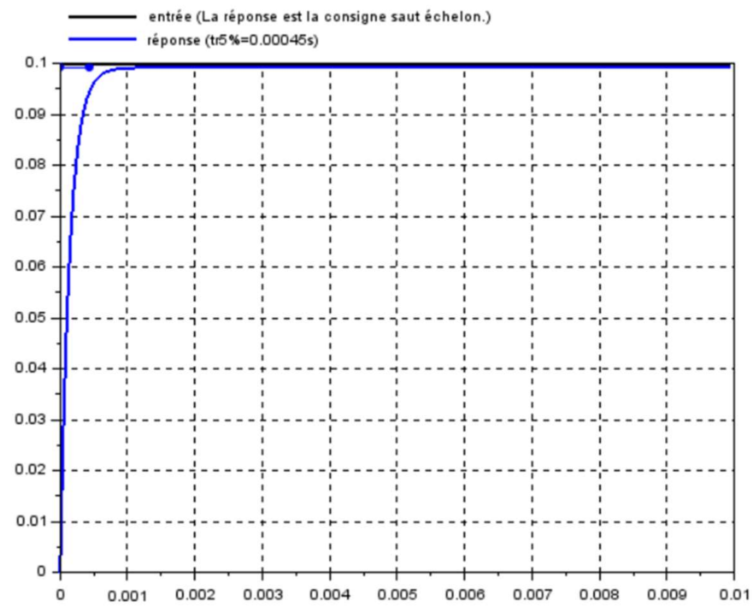
Le système réel est muni d'un correcteur du type : $C(p) = 100\frac{1+7p}{1+8p}$.

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.**



Pas d'erreur, et beaucoup plus rapide.