

Corrigé TD Asservissement : Suspension de camion (X-ENS 2016)

Question 1. Déterminer de manière littérale puis numérique la fonction de transfert $H(p)$ modélisant le comportement de remplissage des coussins.

Conservation du débit au travers des six

coussins : $6S \frac{dy}{dt} = q \Rightarrow H(p) = \frac{1}{6S \cdot p}$



Question 2. Déterminer de manière numérique la fonction de transfert $G(p)$ du potentiomètre.

$$G(p) = -\frac{1}{32}$$

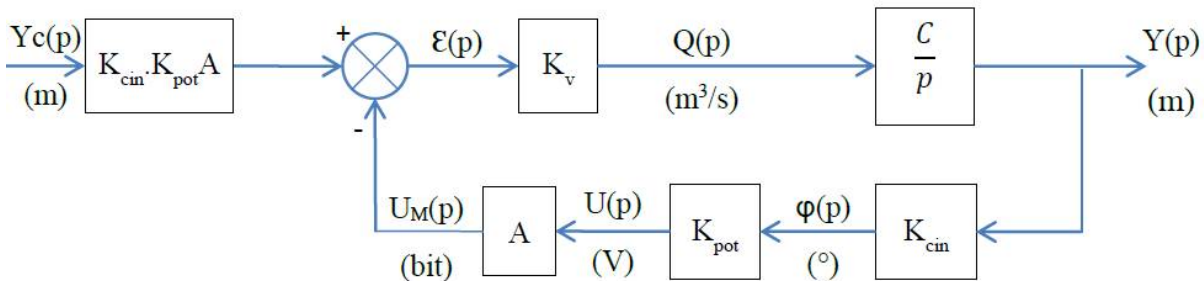
Question 3. Proposer une fonction de transfert $M(p)$ qui permette de modéliser cet embiellage.

$$M(p) = 200 \text{ } ^\circ/\text{m}$$

Question 4. Déterminer la fonction de transfert $N(p)$ du CNA.

$$N(p) = \frac{1023}{5} \square 205 \text{ inc/V}$$

Détermination du temps de réponse du système

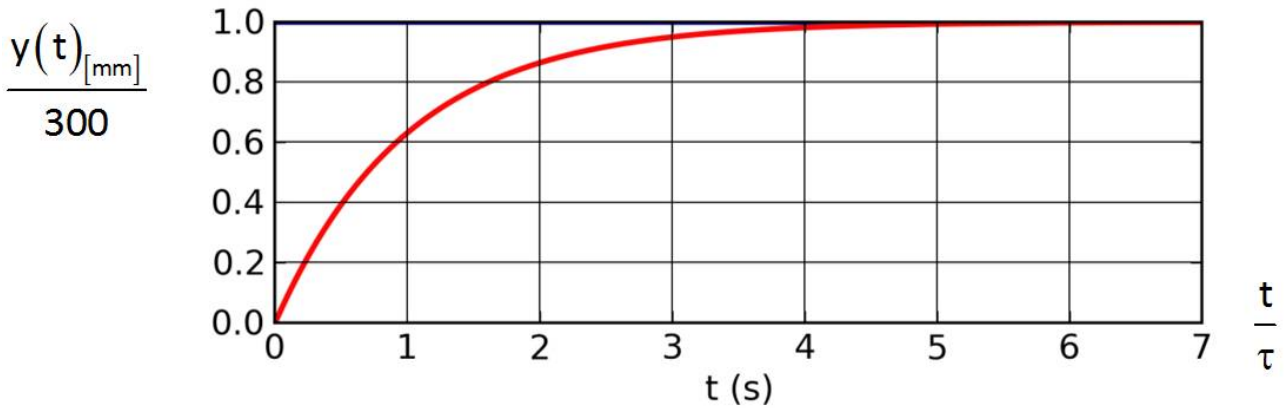


Question 5. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $FTBF(p) = \frac{Y(p)}{Y_c(p)}$, la mettre sous forme canonique et identifier ses paramètres caractéristiques.

$$\frac{Y_c(p)}{Y(p)} = \frac{K_v C A K_{pot} K_{cin}}{p + K_v C A K_{pot} K_{cin}} \quad t_{5\%} = \frac{3}{K_v C A K_{pot} K_{cin}}$$

Question 6. Déterminer de manière littérale le temps de réponse à 5%, en réponse à une consigne de levage de type échelon de 300 mm. Faire l'application numérique. Donner l'allure générale de la réponse $y(t)$.

Allure de la réponse à un échelon :



Question 7. Technologiquement le débit de l'électrovanne $q(t)$ ne peut dépasser $q_{\max} = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$. Proposer et tracer une nouvelle réponse $y(t)$ à un échelon de 300 mm. En déduire la valeur du temps de réponse à 5% dans ces conditions.

Fonctionnement en boucle ouverte (BO) : $y(t) = Cq_{\max} t$. A.N. : $y(t) = 0,04 t$ en m

Dès que l'écart $\varepsilon(t)$ est inférieur à $\varepsilon_1 = \frac{q_{\max}}{K_v} = 20 \text{ bit}$, le fonctionnement s'établit en

boucle fermée. La position atteinte à cet instant t_1 est $y_1 = y_c - \frac{\varepsilon_1}{AK_{\text{pot}} K_{\text{cin}}}$.

$$\text{A.N. : } y_1 = \frac{43}{150} \approx 0,287 \text{ m.}$$

On remarque que $y_1 \approx 0,95 \cdot y_c$, soit 0,285 m. Le temps t_1 , défini par : $t_1 = \frac{y_1}{Cq_{\max}}$, correspond au temps de réponse à 5% pour cette consigne $y_c = 0,3 \text{ m}$.

$$\text{A.N. : } t_1 = t_{5\%} = \frac{43}{6} \text{ s} \approx 7 \text{ s}$$

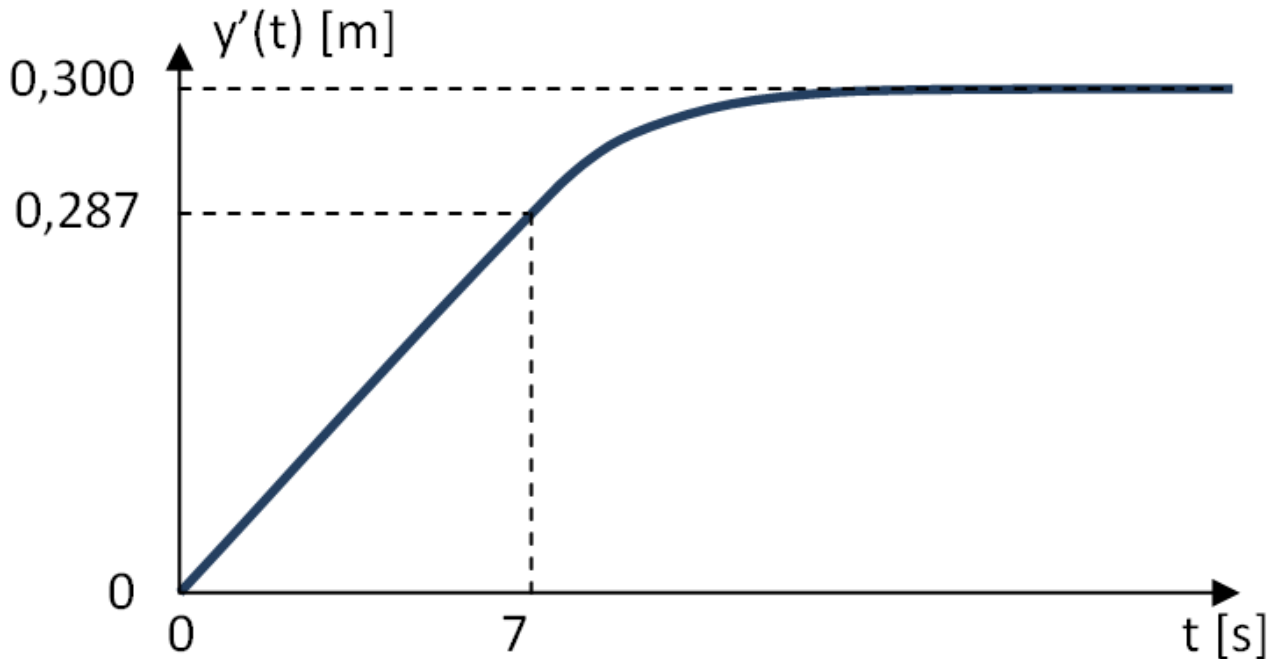
En posant $t' = t - t_1$ et $y'(t') = y(t') - y_1$, on voit que la suite du mouvement correspond à la réponse de la fonction de transfert en boucle fermée (premier ordre) à un échelon d'amplitude $(y_c - y_1)$:

$$y'(t') = (y_c - y_1) \left(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}} \right) u(t') \quad \text{A.N. : } y'(t') = \frac{2}{150} (1 - e^{-3t'}) u(t')$$

On vérifie que la vitesse à l'instant initial t' ne présente pas de discontinuité :

$$\frac{dy'(0)}{dt'} = \frac{y_c - y_1}{\tau} \quad \text{A.N. : } \frac{dy'(0)}{dt'} = v_1 = 0,04 \text{ m/s}$$

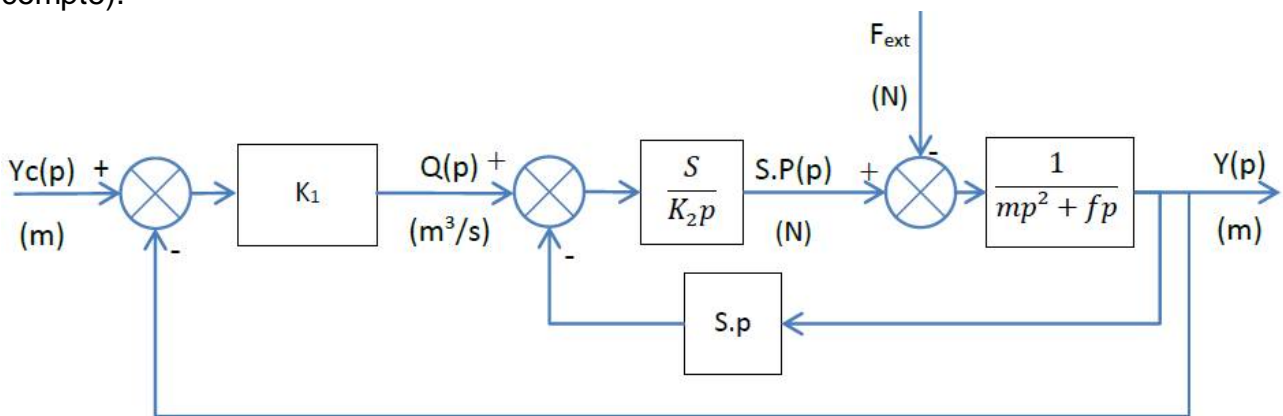
D'où l'évolution globale du déplacement représenté sur le graphique ci-après.



Etude de l'influence d'un chargement sur la position obtenue

Un chargement du véhicule pourrait modifier la position réglée par l'utilisateur.

On propose dans cette partie d'étudier l'influence de l'effort F_{ext} dû au chargement sur la précision. Modèle proposé : (Dans cette partie, la compressibilité du fluide est prise en compte).



Question 8. Déterminer les expressions des fonctions de transfert $H_1(p)$ et $H_2(p)$ telles que $Y(p) = H_1(p).Y_c(p) + H_2(p).F_{ext}(p)$.

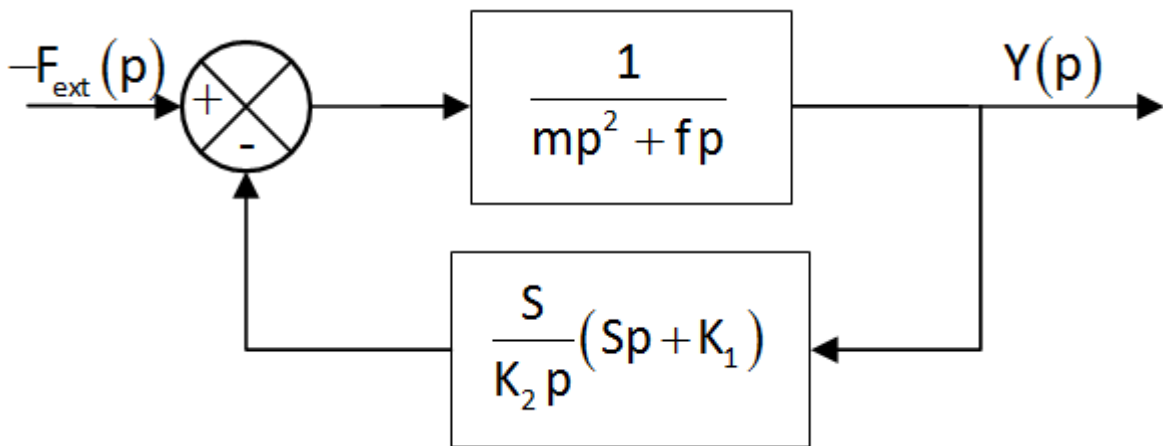
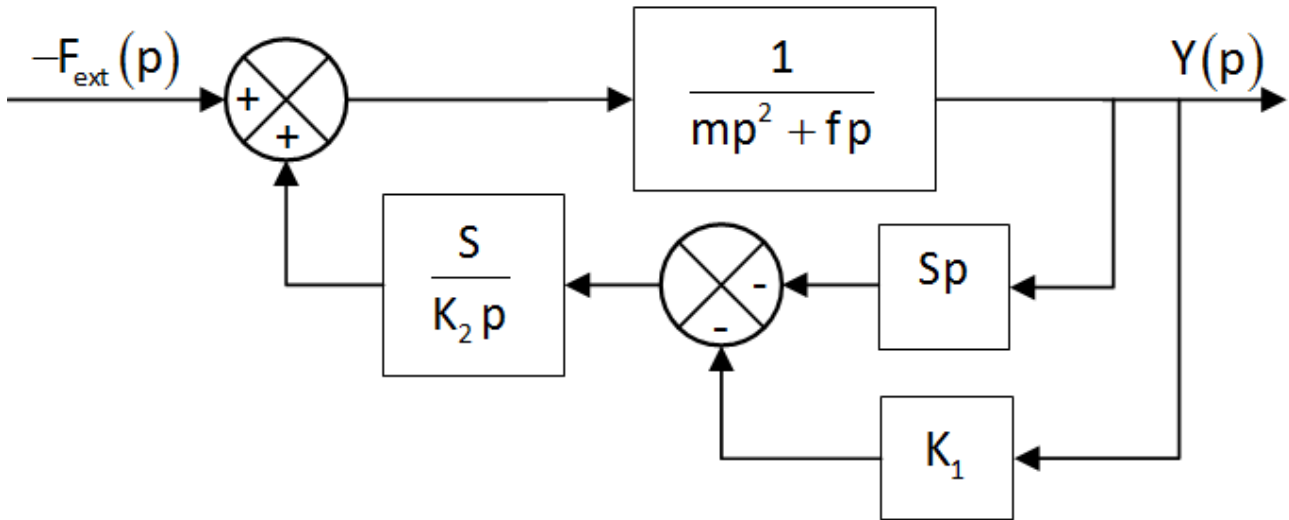
En poursuite : ($F_{ext}(p) = 0$) :

$$\frac{Y(p)}{Q(p)} = \frac{\frac{S}{K_2 p (mp^2 + fp)}}{1 + \frac{S^2 p}{K_2 p (mp^2 + fp)}}$$

$$\frac{Y(p)}{Q(p)} = \frac{S}{K_2 p (mp^2 + fp) + S^2 p} \quad H_1(p) = \frac{K_1 S}{K_1 S + S^2 p + K_2 fp^2 + K_2 mp^3}$$

En régulation : $(Y_c(p) = 0)$

On arrange le schéma bloc, comme illustré ci-dessous



$$H_2(p) = \frac{-K_2 p}{K_1 s + s^2 p + K_2 f p^2 + K_2 m p^3}$$

Question 9. Déterminer l'erreur statique de position en l'absence de perturbation.

Question 10. Déterminer l'erreur statique de position suite à une surcharge P_0 .

En l'absence de perturbations, H_1 est de gain unitaire ; l'erreur statique est nulle.

Dans le cas d'une surcharge, la présence d'un intégrateur en amont de la perturbation va permettre de rejeter cette perturbation ; l'erreur statique est nulle.