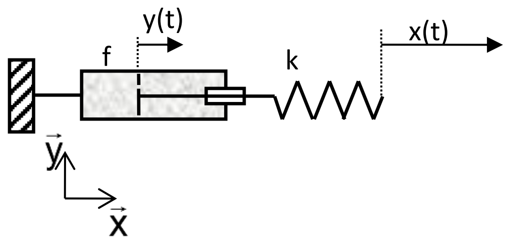
TD ressort + amortisseur

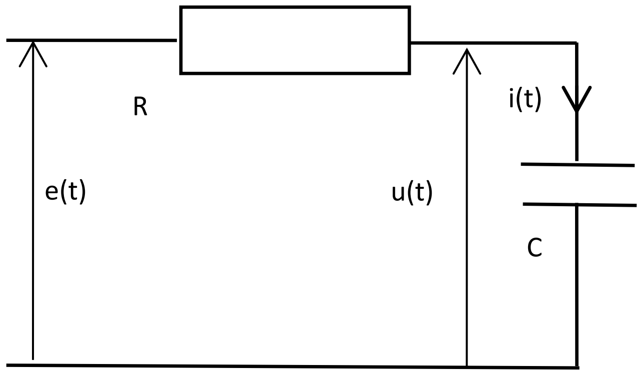


- variation de position de l'extrémité du ressort x(t) prise comme entrée.
- variation de position du piston y(t) prise comme sortie.
- x(t) et y(t) : positions par rapport à l'équilibre.
- $x(t) \rangle y(t)$.
- masses négligées (pesanteur et quantités d'accélération négligée)
- k est la raideur du ressort (en $N.m^{-1}$)
- f est le coefficient de frottement visqueux (en $N.m^{-1}.s$)

Par application du PFD à l'ensemble piston+ressort on peut déterminer l'équation différentielle linéaire à coefficients constants (modélisant un SLCI) en faisant apparaître l'entrée dans le premier membre et la sortie dans le second membre :

1. Appliquer la transformation de Laplace à cette équation en utilisant les théorèmes de linéarité et de la dérivée.
2. Déterminer la fonction de transfert de ce système.
3. Déterminer la réponse à un échelon unitaire de ce système (réponse indicielle). Représenter son allure et commenter.

TD circuit RC (résistance + condensateur)



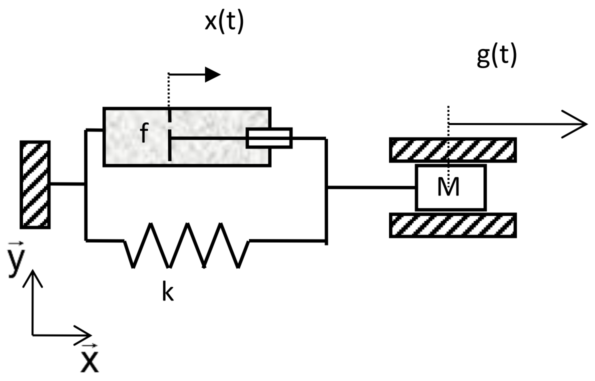
Hypothèses :

- tension e(t) prise comme entrée.
- tension u(t) prise comme sortie.
- e(0)=u(0)=0 et i(0)=0.
- R=0,1Ω et C=10mF

Par application de la loi des mailles et de la loi d'Ohm on peut déterminer l'équation différentielle linéaire à coefficients constants (modélisant un SLCI) en faisant apparaître l'entrée dans le premier membre et la sortie dans le second membre :

1. Appliquer la transformation de Laplace à cette équation en utilisant les théorèmes de linéarité et de la dérivée.
2. Déterminer la fonction de transfert de ce système.
3. Déterminer la réponse à un échelon unitaire de tension de ce système (réponse indicielle). Représenter son allure et commenter.

TD système masse + ressort + amortisseur



Hypothèses :

- la force g(t) est prise comme entrée.
- la position, par rapport à l'équilibre, x(t) prise comme sortie.
- k est la raideur du ressort (en $N.m^{-1}$)
- f est le coefficient de frottement visqueux (en $N.m^{-1}.s$)
- M est une masse (en kg)
- La verticale ascendante est y

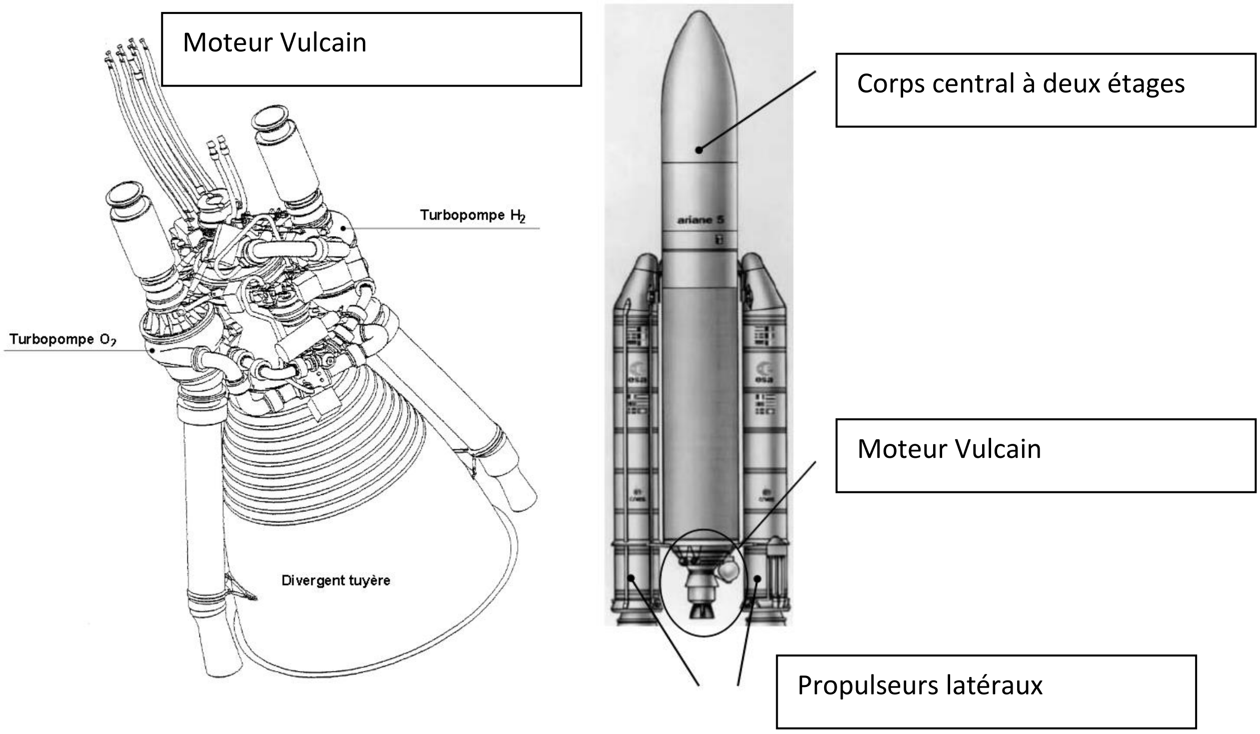
1. Par application du PFD appliqué à la masse M en projection sur l'axe x, déterminer une équation différentielle linéaire à coefficients constants (SLCI) en faisant apparaître l'entrée dans le premier membre et la sortie dans le second membre.
2. Appliquer la transformation de Laplace à cette équation en utilisant les théorèmes de linéarité et de la dérivée.
3. Déterminer la fonction de transfert de ce système.

M=1kg ; f=20N/(m/s) ; k=100N/m

4. Déterminer la réponse à un échelon unitaire de force de ce système (réponse indicielle). Représenter son allure et commenter.

COMMANDE EN POSITION DES TUYERES D'ARIANE 5

Avec une technologie à corps central à deux étages et deux propulseurs latéraux, Ariane 5 a marqué une évolution notable dans la famille des lanceurs européens. Ce choix permet d'obtenir une grande source de puissance au décollage et une meilleure gestion de la position et de la répartition des masses. En revanche, il induit des problèmes de couplage importants qui nécessitent une orientation des axes des tuyères situées en extrémité du corps central et des deux propulseurs latéraux, réalisée à l'aide de vérins hydrauliques, dont il faut imposer en temps réel la longueur.



L'objet du sujet est la modélisation de l'asservissement en position des vérins hydrauliques qui assurent l'orientation des tuyères.

Le calculateur délivre une consigne de longueur du vérin notée λc, celle-ci est traduite par un convertisseur sous la forme d'une tension imλc tel que imλc= KA.λc.

La longueur effective du vérin λ(t) est mesurée par un capteur de gain, de gain KD, qui délivre une tension imλ (avec imλ=KD.λ). Un correcteur traite le signal d'écart ε(t)=imλc-imλ via une fonction de transfert noté C(p).

Le signal est ensuite amplifiée par un amplificateur de gain KB, dont la sortie pilote un électro vanne de gain KC. Le débit q(t) sortant de l'électrovanne alimente le vérin hydraulique, dont le comportement, avec l'hypothèse de fluide incompressible peut être modélisé par la relation simplifiée : $q(t) = S.\dfrac{d\lambda(t)}{dt}$.

1- Construire le schéma fonctionnel de cet asservissement.
2- Déterminer la fonction de transfert du vérin $V(p) = \dfrac{\lambda(p)}{Q(p)}$ si toutes les conditions initiales sont nulles.
3- Le signal de consigne λc(p) est de même grandeur physique que le signal de sortie λ(p). La tige du vérin a donc atteint la position souhaitée lorsque λc=λ, .et dans ce cas l'écart doit être nul. Exprimer la valeur du gain KA en fonction des autres données.

4- Compléter le schéma-bloc de l'asservissement en bas de page.

5- Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée de cet asservissement (à mettre sous forme canonique) : $H(p) = \dfrac{\lambda(p)}{\lambda_c(p)}$ (à exprimer en fonction de KA, C(p), …)

On suppose que le correcteur est un correcteur proportionnel de gain K.

6- Déterminer l'expression de $\lambda(p)$ si l'entrée est un échelon d'amplitude λ_0.

7- En déduire l'expression de $\lambda(t)$. Déterminer la longueur du vérin en régime permanent.

8- Tracé l'allure de $\lambda(t)$ en fonction du temps.
Toutes les conditions initiales sont nulles. On suppose désormais que l'entrée est une rampe de pente v_0 ($\lambda c(t)=v_0.t.u(t)$ avec u(t) fonction existence).

9- En utilisant le résultat de la question 5, déterminer l'expression de $\lambda(p)$ si l'entrée est une rampe de pente v_0.

10- En notant que l'on peut utiliser une décomposition du type : $\dfrac{1}{1+\tau.p}.\dfrac{\alpha}{p^2} = \left(\dfrac{A}{p} + \dfrac{B}{p^2} + \dfrac{C}{1+\tau.p}\right)$, déterminer l'expression de $\lambda(t)$.

11- Tracer l'allure de $\lambda(t)$ et $\lambda c(t)$ en fonction du temps sur le même diagramme.

12- Déterminer l'expression de $\varepsilon(p)$.

13- En utilisant le théorème de la valeur finale, déterminer la valeur de l'écart ε en régime permanent.

On constate que la longueur du vérin est toujours inférieure à la longueur de consigne, dans le cas d'une entrée en rampe (écart de trainage). On utilise désormais un correcteur proportionnel intégral PI de fonction de transfert :

$$C^*(p) = \frac{K^*.(1+T.p)}{T.p}$$

14- Déterminer la nouvelle fonction de transfert en boucle fermée de cet asservissement :
$H^*(p) = \dfrac{\lambda(p)}{\lambda_c(p)}$ (à exprimer en fonction de KA, K, …)
Toutes les conditions initiales sont nulles. On suppose que l'entrée demeure une rampe de pente v_0.

15- En utilisant le théorème de la valeur finale, déterminer la valeur de l'écart en régime permanent.

16- Conclure quant à l'intérêt d'un correcteur du type PI.