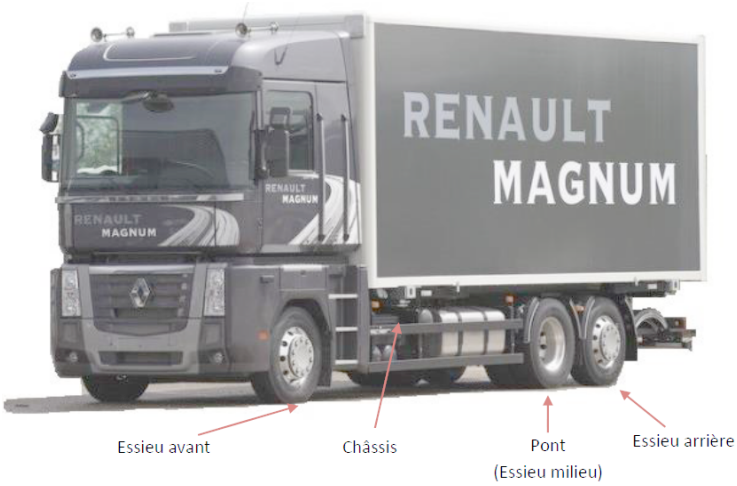
TD Asservissement : Suspension de camion (X-ENS 2016)

Le transport par la route reste aujourd'hui un moyen de transport rapide et très flexible. Les enjeux économiques sont importants.

Aussi bien dans la phase de vie de chargement que dans la phase de vie de roulage, la suspension des camions a un rôle important et son action doit répondre à un certain nombre d'exigences.

La suspension étudiée est celle d'un camion porteur 6x2 Renault.



Sur ce type de véhicule :

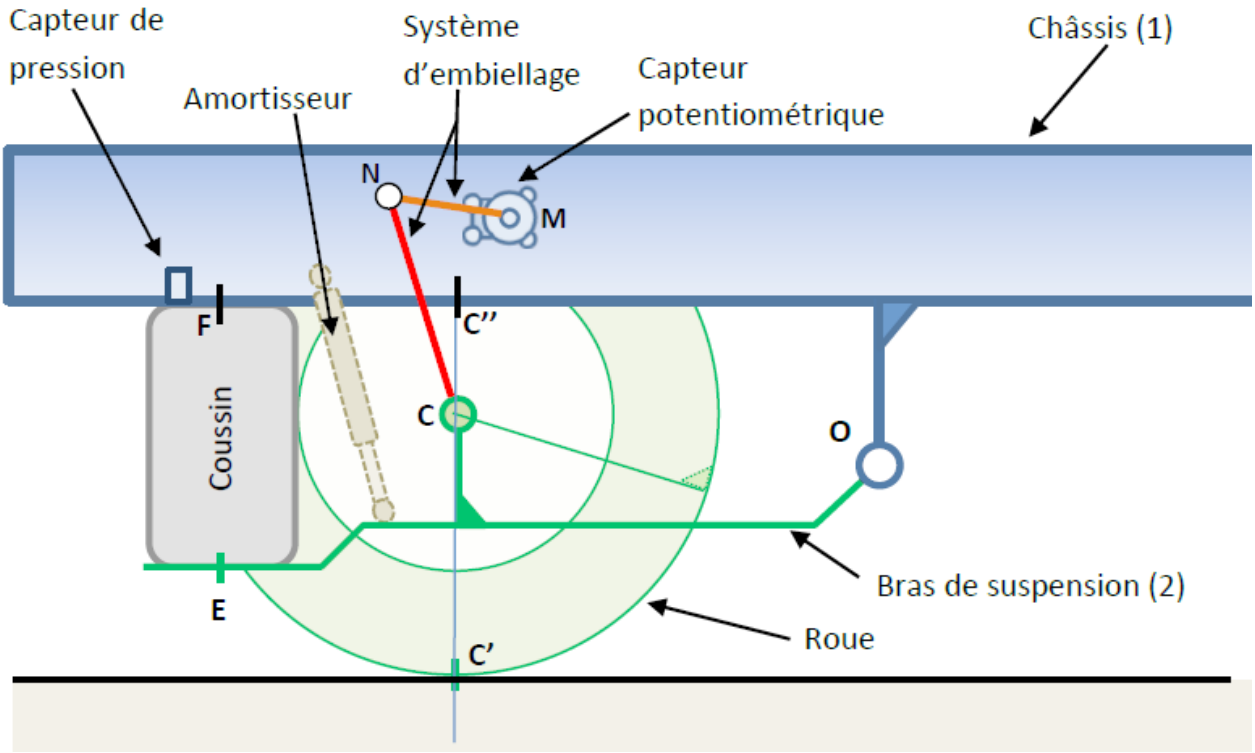
- ✓ L'essieu avant est directeur : son orientation permet de modifier la trajectoire du véhicule.
- ✓ L'essieu milieu, appelé pont, est moteur c'est-à-dire qu'il transmet le couple moteur.
- ✓ L'essieu arrière est simplement porteur.

Un essieu est constitué de 2 roues (ou 4 roues jumelées deux à deux) disposées symétriquement sur un même axe transversal du véhicule.

Fonction principale de la suspension

La suspension assure la liaison élastique entre le châssis et les essieux. Elle permet principalement d'atténuer les accélérations verticales dues aux variations de profil de la chaussée, contribuant ainsi à l'amélioration du confort et à une meilleure tenue de route.

La suspension étudiée ici est une suspension pneumatique : cette fonction est assurée par des coussins d'air associés à des amortisseurs montés sur chaque roue.



PARTIE 1 : GESTION DU NIVEAU

Lors du chargement du camion à quai, il est souvent nécessaire d'ajuster la hauteur du châssis de manière à pouvoir charger rapidement les marchandises avec un transpalette.

Un système de régulation de la hauteur du châssis est installé sur la suspension du véhicule.

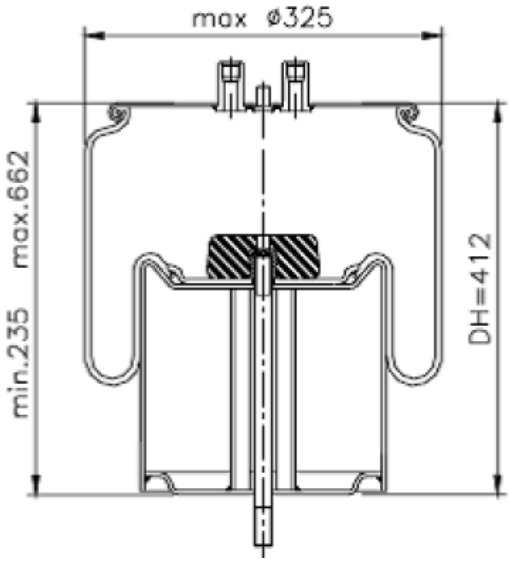
Modélisation du comportement de gonflage des coussins

Hypothèses :

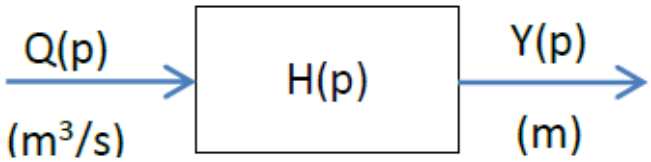
- ✓ Le fluide est supposé incompressible
- ✓ Les 6 coussins sont gonflés (ou dégonflés) en même temps.

On note :

- *S* : la section constante d'un coussin
- *V* : le volume d'un coussin
- Q(p) : débit total délivré par l'électrovalve aux 6 coussins
- Y(p) : position du châssis par rapport au sol



On a $q(t) = 6.S.\dfrac{dy(t)}{dt}$



Q1. *Déterminer de manière littérale puis numérique la fonction de transfert H(p) modélisant le comportement de remplissage des coussins.*

Modélisation de la chaine de mesure

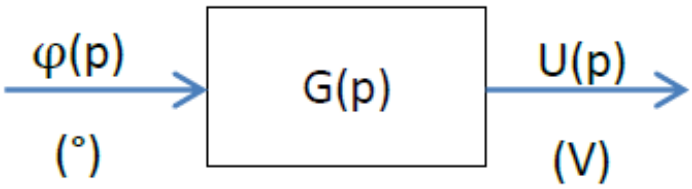
Capteur potentiométrique

La mesure de la hauteur entre le châssis et l'essieu (ou le pont) est réalisée par un capteur potentiométrique rotatif.

φ(p) : image de l'angle mesuré par le potentiomètre.

U(p) : tension délivrée par le potentiomètre.

On a U=0V lorsque φ=0° et U=2,5V lorsque φ=80°

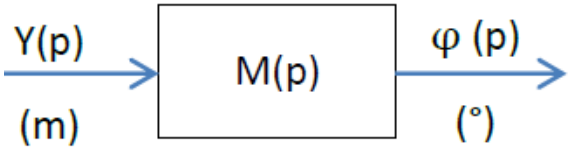


Q2. *Déterminer de manière numérique la fonction de transfert G(p) du potentiomètre.*

Système de transformation de mouvement par embiellage

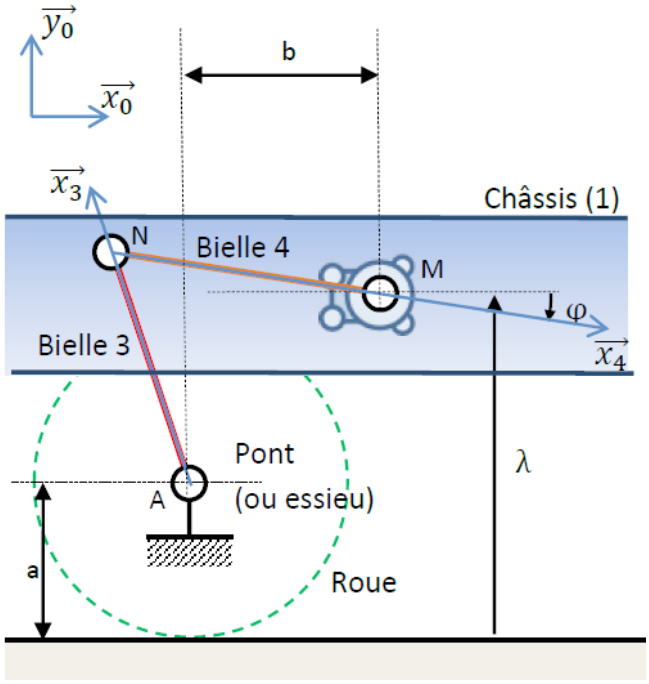
La courbe ci-dessous présente le tracé de $(\lambda - a)$ pour φ variant de -100° à +100.

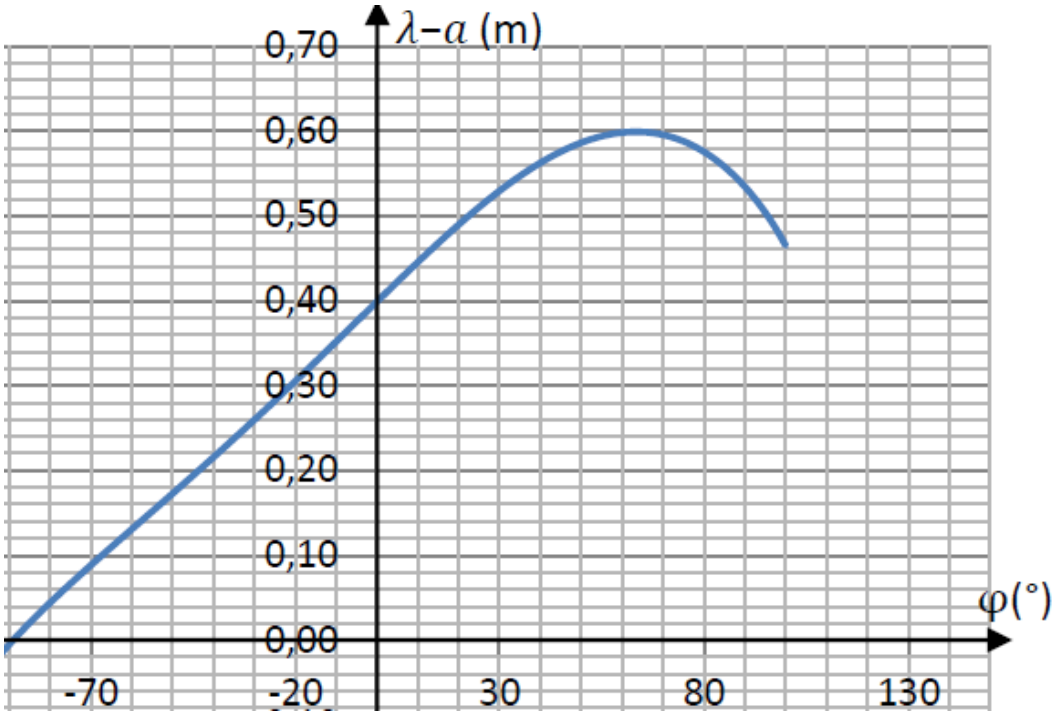
La fonction M(p) recherchée est telle que :



Y(p) est le déplacement du châssis avec Y=0 pour φ=0.

Q3. *Proposer une fonction de transfert M(p) qui permette de modéliser cet embiellage.*



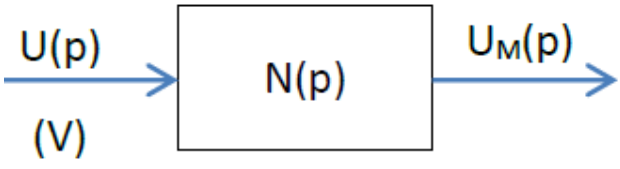


Modélisation du convertisseur numérique analogique (CNA)

Le convertisseur délivre un mot de 10 bits (de 0 à 1024).

La plage de fonctionnement de ce convertisseur est [0V, 5V].

La fonction N(p) recherchée est telle que :

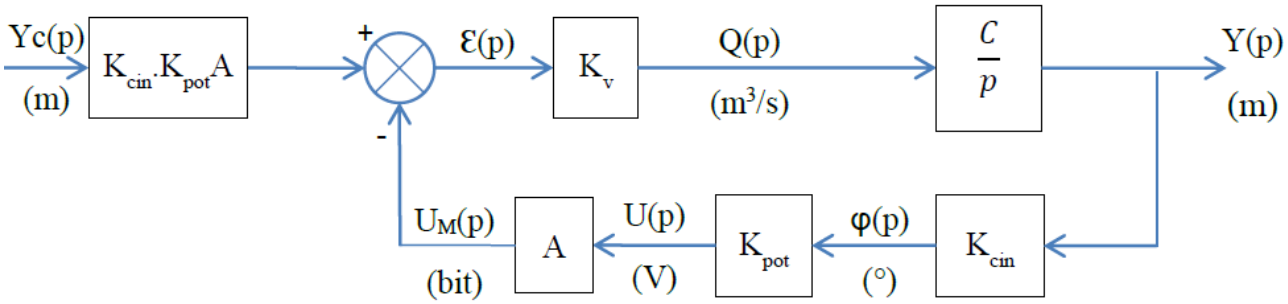


Q4. *Déterminer la fonction de transfert N(p) du CNA.*

Détermination du temps de réponse du système

Le comportement de l'électrovalve est modélisé par un gain pur Kv.

Il en découle la modélisation suivante :



Q5. *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.*

Valeurs numériques : $K_{cin}.K_{pot}.A$ =1500 bit/m ; K_v = 0.001 $m^3/s/bit$; C = 2 m^{-2}

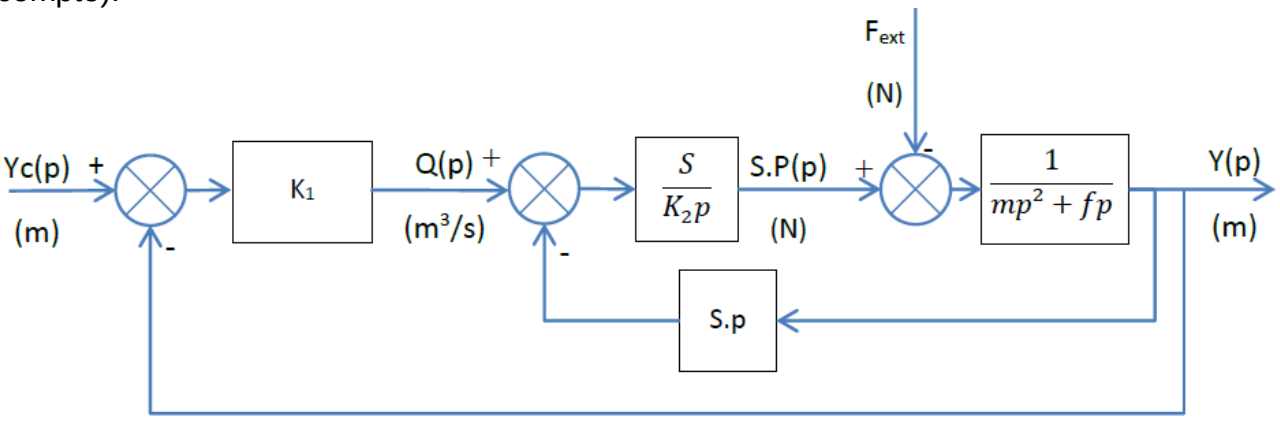
Q6. *Déterminer de manière littérale le temps de réponse à 5%, en réponse à une consigne de levage de type échelon de 300 mm. Faire l'application numérique. Donner l'allure générale de la réponse y(t).*

Q7. *Technologiquement le débit de l'électrovanne q(t) ne peut dépasser* q_{max}= 0.02 m^3/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.*

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).



Q8. *Déterminer les expressions des fonctions de transfert* $H_1(p)$ *et* $H_2(p)$ *telles que* $Y(p) = H_1(p).Y_c(p) + H_2(p).F_{ext}(p)$.

Q9. *Déterminer l'erreur statique de position en l'absence de perturbation.*

Q10. *Déterminer l'erreur statique de position suite à une surcharge* P_0.