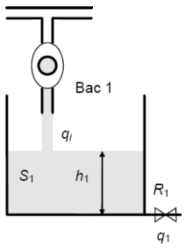
B2 Proposer un modèle de connaissance et de comportement	Systèmes linéaires continus et invariants : - modélisation par équations différentielles - calcul symbolique - fonction de transfert ; gain, ordre, classe, pôles et zéros	Déterminer les fonctions de transfert à partir d'équations physiques (modèle de connaissance)
	Schéma-bloc : - fonction de transfert en chaîne directe - fonction de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée	Analyser ou établir le schéma-bloc du système Déterminer les fonctions de transfert

Exercice 1 : MODELISATION D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE



On considère le système ci-dessus. Le débit q_1 de la vanne est linéaire et supposé proportionnel à la hauteur de liquide $q_1 = \frac{h_1}{R_1}$. La surface du bac est notée S_1. Le bac est alimenté par un débit $q_i(t)$. (conditions initiales nulles)

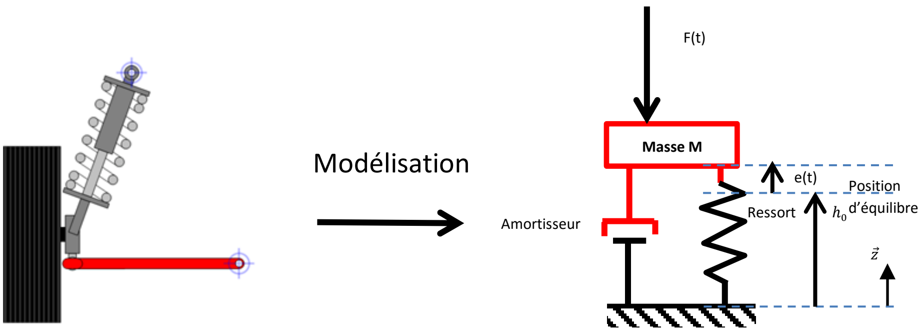
Question 1 : *Écrire le modèle dynamique du système*

Question 2 : *Traduire le modèle dynamique sous forme de schéma bloc.*

Question 3 : *Donner la fonction de transfert entre le débit de sortie du bac 1 $Q_1(p)$ et le débit d'alimentation du bac 1 $Q_i(p)$.*

Question 4 : *Déterminer la valeur asymptotique du niveau d'eau dans le cuve.*

Exercice 2 : SYSTEME MECANIQUE



On considère le modèle d'un véhicule de masse *M=1 tonne* dont on étudie la variation de l'altitude autour de sa position d'équilibre repérée par $e(t)$ lorsqu'on lui applique un effort noté $F(t)$. Le véhicule est équipé de suspension de type Mac Pherson modélisable pour chacune des roues par deux éléments en parallèle : un ressort de raideur $\frac{k}{4} = 25\ \mathrm{N/mm}$ et un amortisseur visqueux de coefficient $\frac{b}{4} = \frac{25}{4} N/(mm/s)$.

Question 1 : *Écrire le modèle dynamique du système en appliquant le PFD à la masse en projection sur l'axe vertical donne.*

Question 2 : *Donner la fonction de transfert du système (conditions initiales nulles)*

Exercice 3 : MODELISATION D'UN FOUR.

La modélisation (équations thermiques) d'un four thermique est décrite par l'équation différentielle suivante :

$$2.\frac{d^2s(t)}{dt^2} + 6\alpha.\frac{ds(t)}{dt} + 4\alpha^2.s(t) = K.e(t)$$

où : $e(t)$ représente la température de consigne,
$s(t)$ représente la température du four,
α et K sont des constantes réelles positives.

<u>On suppose que toutes les conditions initiales sont nulles.</u>

Question 1 : *Déterminer la transformée de Laplace de l'équation précédente. En déduire S(p) en fonction de E(p).*

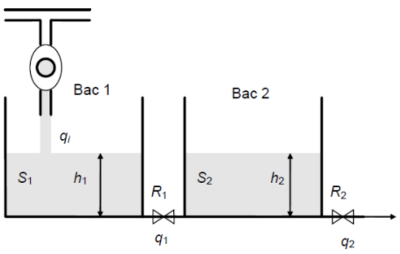
Question 2 : *Sachant que e(t) est un échelon d'amplitude Ec, déterminer e(t) puis E(p).*

Question 3 : *En déduire S(p) en fonction des constantes α, K et Ec.*

Question 4 : *Déterminer les limites de s(t) en 0+ et $+\infty$ selon les théorèmes de la valeur finale et initiale. Puis déterminer la pente de la tangente à l'origine, et enfin tracer l'allure de s(t).*

Question 5 : *Que faut-il faire pour que le système soit précis ?*

Exercice 4 : MODELISATION D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE



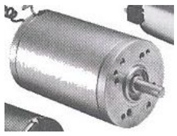
On considère le système ci-dessus. Le débit de chaque vanne est linéaire et supposé proportionnel à la hauteur de liquide $q = \frac{h}{R}$. Les surfaces de chaque bac sont notées respectivement S_1 et S_2. Le bac 1 est alimenté par un débit $q_i(t)$.

Question 1 : *Écrire le modèle dynamique du système.*

Question 2 : *Traduire le modèle dynamique sous forme de schéma bloc.*

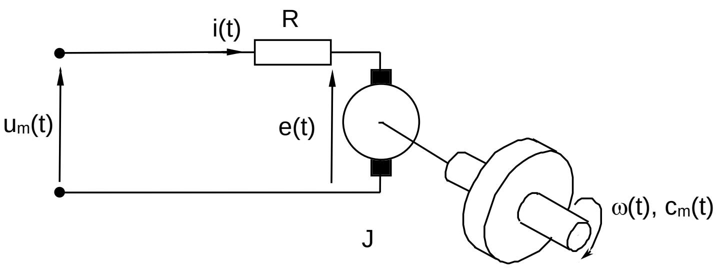
Question 3 : *Donner la fonction de transfert entre le débit d'alimentation du bac 1 q_i et le débit de sortie du bac 2 q_2.*

Exercice 5 : MODELISATION D'UN MOTEUR A C C



Un moteur à courant continu est considéré comme un système tel que :
- l'entrée est la tension de commande de l'induit $u_m(t)$: COMMANDE EN TENSION, ou l'intensité de commande $i(t)$: COMMANDE EN INTENSITE
- la sortie est la vitesse de rotation de l'arbre moteur $\omega_m(t)$.

Le modèle électrique du moteur à courant continu vous est proposé ci-dessous.



L'induit peut être matérialisé par une résistance R et une force contre-électromotrice $e(t)$.
Les équations qui modélisent le fonctionnement du moteur sont les suivantes :

Loi d'Ohm dans le circuit d'induit :	$u_m(t) = e(t) + R.i(t)$ (1)
Équations de l'électromagnétisme dans le moteur : $\begin{cases} e(t) = k_e.\omega_m(t) & (2) \\ c_m(t) = k_c.i(t) & (3) \end{cases}$	
Équation de la dynamique de l'arbre moteur :	$c_m(t) = J_{arbre}.\frac{d\omega_m}{dt}(t)$ (4)

Avec
- $u_m(t)$ est la tension d'alimentation (V)
- $i(t)$ est le courant consommé (A)
- $e(t)$ est la tension contre-électromotrice (V)
- $\boldsymbol{R}$ est la valeur de la résistance (Ω)
- k_e est le coefficient de fcem (V/(rad/s))
- $\omega_m(t)$ est la vitesse de rotation de l'arbre moteur (rad/s)
- $c_m(t)$ est le couple moteur (N.m)
- J_{arbre} est l'inertie totale ramenée sur l'axe moteur (kg.m^2)
- k_c est la constante de couple (N.m/A)

Question 1 : *Écrire le modèle dynamique du système*

Question 2 : *Donner la fonction de transfert du moteur de ce moteur à courant continu (conditions initiales nulles)*