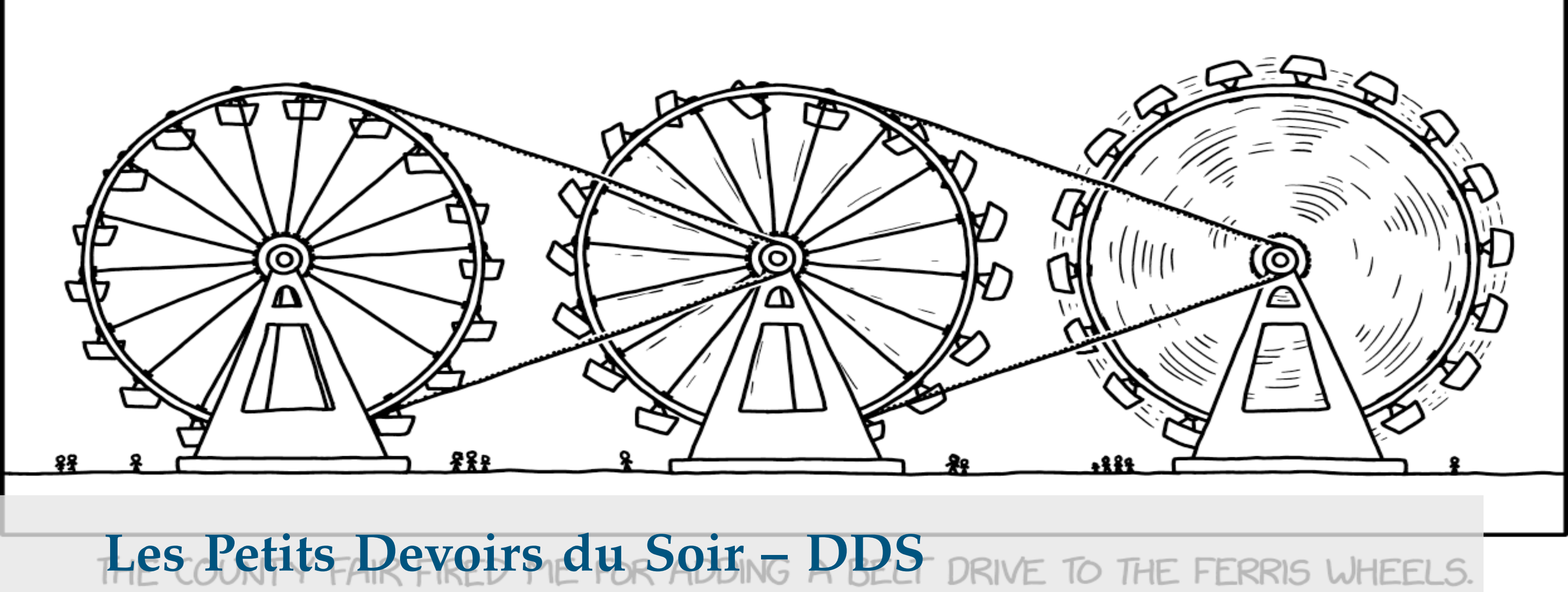



# Les Petits Devoirs du Soir – DDS

## Exercice 220 – Moteur à courant continu★

02 SLCI

On donne les équations du moteur à courant continu :

- $u(t) = e(t) + Ri(t) + L\dfrac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}$ ;
- $e(t) = K\omega(t)$ ;
- $c(t) = Ki(t)$ ;
- $c(t) - f\omega(t) = J\dfrac{\mathrm{d}\omega(t)}{\mathrm{d}t}$.

**Question 1** Exprimer la fonction de transfert $H(p) = \dfrac{\Omega(p)}{U(p)}$.

**Question 2** Préciser l'ordre et la classe de $H$.

**Question 3** Mettre $H(p)$ sous forme canonique.

**Question 4** Donner les caractéristiques de la fonction de transfert.

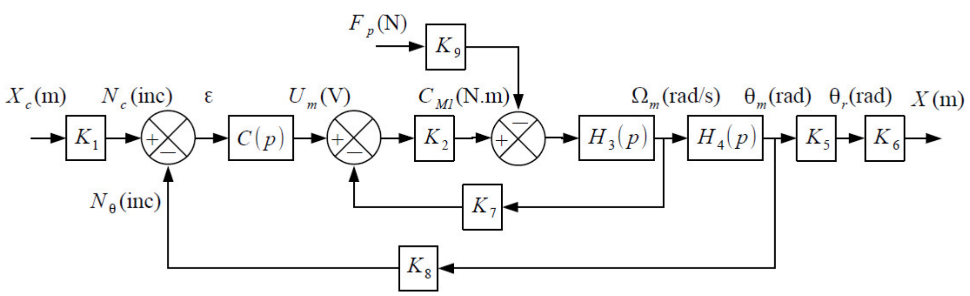
**Question 5** Vérifier l'homgénéité des différentes constantes.

**Correction**

1. $H(p) = \dfrac{K_m}{K_m^2 + (R+Lp)(Jp+f)}$.
2. Ordre 2, classe 0.
3. $H(p) = \dfrac{\dfrac{K_m}{K_m^2+Rf}}{1 + \dfrac{(RJ+Lf)}{K_m^2+Rf}p + \dfrac{LJ}{K_m^2+Rf}p^2}$.
4. $K = \dfrac{K_m}{K_m^2+Rf}$, $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{K_m^2+Rf}{LJ}}$, $\xi = \dfrac{RJ+Lf}{2\sqrt{LJ\left(K_m^2+Rf\right)}}$.

## Exercice 219 – Machine de rééducation SysReeduc ★

On propose une modélisation par schéma-blocs dans la figure suivante.




Le moteur à courant continu est régi par les équations suivantes : $u_m(t) = e(t) + Ri(t)$, $e(t) = k_e\omega_m(t)$ et $C_{M1}(t) = k_t i(t)$.

Corrigé voir .

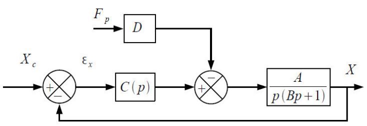
03 SLCI

Une étude dynamique a mené à l'équation suivante :

$$(M+m)\,r\rho_1\dot{\omega}_m(t) = \frac{C_{M1}(t)}{\rho_1 r} - F_p(t)$$

avec : $M$ la masse du chariot et $m$ la masse du support de pied, $\rho_1 = \dfrac{1}{10}$ le rapport de réduction du réducteur, $r = 46{,}1$ mm le rayon de la poulie du transmetteur poulie–courroie, $C_{M1}(t)$ le couple délivré par le moteur et $F_p(t)$ l'effort délivré par le patient sur le support 3.

Le codeur incrémental possède 500 fentes équiréparties. Deux émetteurs-récepteurs positionnés en quadrature permettent de mesurer l'information.




**Question 1** À partir des équations proposées, déterminer les fonctions de transfert $K_1$, $K_2$, $H_3(p)$, $H_4(p)$, $K_5$, $K_6$, $K_7$, $K_8$ et $K_9$.

**Question 2** Montrer que le schéma-blocs peut être mis sous la forme suivante. On exprimera $A$, $B$ et $D$ en fonction des paramètres du système $r$, $\rho_1$, $k_t$, $k_e$, $R$, $M$, $m$ et $K_8$.

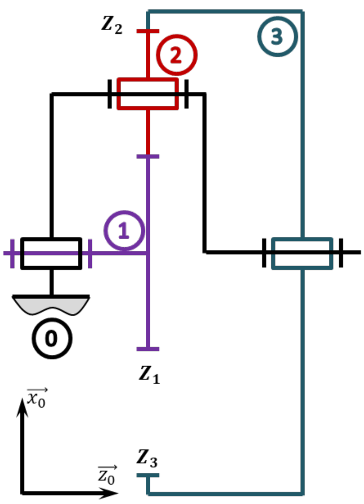
**Éléments de correction**

1. ...
   - $K_2 = \dfrac{k_t}{R}$ ;
   - $K_7 = k_e$ ;
   - $K_9 = \rho_1 r$ et $H_3(p) = \dfrac{1}{(M+m)\,r^2\rho_1^2 p}$ ;
   - $H_4(p) = \dfrac{1}{p}$ ;
   - $K_8 = \dfrac{2000}{2\pi}$ ;
   - $K_5 = \rho_1$ et $K_6 = r$ (à convertir en mètres) ;
   - $K_1 = \dfrac{K_8}{K_5 K_6}$.
2. $A = \dfrac{K_8}{k_e}$, $B = \dfrac{R\,(m+M)\,r^2\rho_1^2}{k_e k_t}$ et $D = \dfrac{K_9 R r \rho_1}{K_8 k_t}$

Corrigé voir 5.

## Exercice 218 – Train simple ⋆

03 CIN




Soit le train d'engrenages suivant.

**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Déterminer $\dfrac{\omega_{3/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction du nombre de dents des roues dentées.

**Question 3** Donner une relation géométrique entre $Z_1$, $Z_2$ et $Z_3$ permettant de garantir le fonctionnement du train d'engrenages.

Corrigé voir 2.

## Exercice 217 – Quille pendulaire ⋆

03 SLCI

Le comportement d'un vérin est défini par le modèle continu de la figure 1.

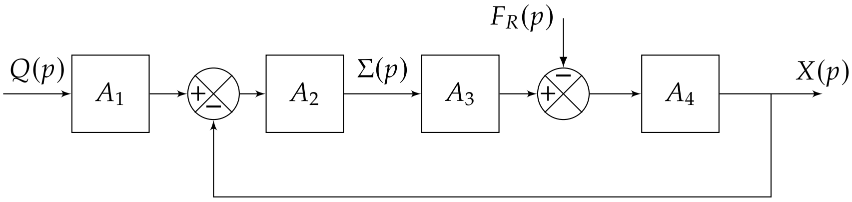



**Figure 1 –** Asservissement en débit du vérin

On a :

- $q(t) = S\dfrac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} + \dfrac{V}{2B}\dfrac{\mathrm{d}\sigma(t)}{\mathrm{d}t}$ (a) ;
- $M\dfrac{\mathrm{d}^2x(t)}{\mathrm{d}t^2} = S\sigma(t) - kx(t) - \lambda\dfrac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} - f_R(t)$ (b).

On a :

- $\mathcal{L}\left(q(t)\right) = Q(p)$ : débit d'alimentation du vérin $\left[\mathrm{m^3 s^{-1}}\right]$ ;
- $\mathcal{L}\left(\sigma(t)\right) = \Sigma(p)$ : différence de pression entre les deux chambres du vérin [Pa] ;
- $\mathcal{L}\left(x(t)\right) = X(p)$ : position de la tige du vérin [m] ;
- $\mathcal{L}\left(f_R(t)\right) = F_R(p)$ : composante selon l'axe de la tige du vérin de la résultante du torseur d'inter-effort de la liaison pivot entre tige et quille [N].

Les constantes sont les suivantes :

- $S$ : section du vérin $\left[\mathrm{m^2}\right]$ ;
- $k$ : raideur mécanique du vérin $\left[\mathrm{N\,m^{-1}}\right]$ ;
- $V$ : volume d'huile de référence $\left[\mathrm{m^3}\right]$ ;
- $B$ : coefficient de compressibilité de l'huile $\left[\mathrm{N\ m^{-2}}\right]$ ;
- $M$ : masse équivalente à l'ensemble des éléments mobiles ramenés sur la tige du vérin $\left[\mathrm{kg}\right]$ ;
- $\lambda$ : coefficient de frottement visqueux$\left[\mathrm{N\,m^{-1}s}\right]$.

**Question 1** Donner les expressions des fonctions de transfert $A_1$, $A_2$, $A_3$ et $A_4$ en fonction de la variable complexe $p$ et des constantes.

Le schéma-blocs de la figure précédente peut se mettre sous la forme de la figure 2.

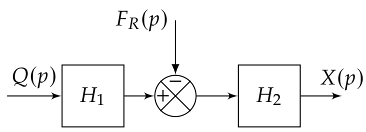



**Figure 2 –** Schéma-bloc

**Question 2** Donner les expressions des fonctions de transfert $H_1$ et $H_2$ en fonction de $A_1$, $A_2$, $A_3$ et $A_4$, puis de la variable $p$ et des constantes.

**Question 3** Pour ce vérin non perturbé ($F_R = 0$), donner sa fonction de transfert $X(p)/Q(p)$ en fonction de la variable $p$ et des constantes.

**Éléments de correction**

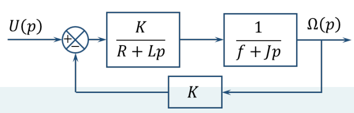
1. $A_1 = \dfrac{1}{Sp}$, $A_2 = \dfrac{S2B}{V}$, $A_3 = S$ et $A_4 = \dfrac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}$.
2. $H_1(p) = A_1A_2A_3$ et $H_2 = \dfrac{A_4}{1 + A_2A_3A_4}$.
3. $\dfrac{X(p)}{Q(p)} = \dfrac{2BS}{p\left(MVp^2 + \lambda pV + kV + 2BS^2\right)}$.

Corrigé voir 5.

## Exercice 216 – Fonctions de transfert★

03 SLCI

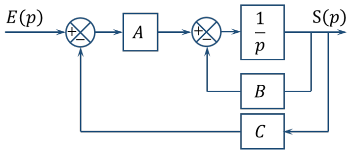
Soit le schéma-blocs suivant.



**Question 1** Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

**Question 2** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Soit le schéma-blocs suivant.




**Question 3** Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramétres caractéristiques.

**Question 4** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramétres caractéristiques.

**Éléments de correction**

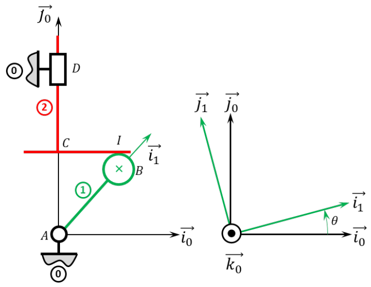
1. $K_{BO} = \dfrac{K^2}{Rf}$, $\omega_{BO} = \sqrt{\dfrac{Rf}{LJ}}$, $\xi_{BO} = \dfrac{RJ+Lf}{2\sqrt{LJRf}}$.
2. $K_{BF} = \dfrac{K}{K^2+Rf}$, $\xi_{BF} = \dfrac{RJ+Lf}{2\sqrt{LJ}\sqrt{Rf+K^2}}$.
3. $K_{BO} = \dfrac{AC}{B}$ et $\tau_{BO} = \dfrac{1}{B}$.
4. $K_{BF} = \dfrac{A}{B+AC}$ et $\tau_{BF} = \dfrac{1}{B+AC}$.

Corrigé voir 3.

## Exercice 215 – Pompe à piston axial ★

03 GEO

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = e\,\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BI} = R\,\overrightarrow{j_0}$ et $\overrightarrow{AC} = \lambda(t)\,\overrightarrow{j_0}$. De plus, $e = 10$ mm et $R = 20$ mm. Le contact entre **1** et **2** en $B$ est maintenu en permanence par un ressort suffisamment raide (non représenté) positionné entre **0** et **2**.




**Question 1** Tracer le graphe des liaisons.

**Question 2** Exprimer $\lambda(t)$ en fonction de $\theta(t)$.

**Question 3** Exprimer $\dot{\lambda}(t)$ en fonction de $\dot{\theta}(t)$.

**Question 4** On note $S$ la section du piston **2**. Exprimer le débit instantané de la pompe.

**Question 5** En utilisant Python, tracer le débit instantané de la pompe pour un tour de pompe pour $e = 10$ mm et $R = 10$ mm ainsi que pour $e = 20$ mm et $R = 5$ mm. La fréquence de rotation est $\dot{\theta}(t) = 100\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$, la section du piston est donnée par $S = 1\,\text{cm}^2$.

**Éléments de correction**

1. .
2. $e\sin\theta + R - \lambda(t) = 0$.
3. $\dot{\lambda}(t) = e\dot{\theta}(t)\cos\theta(t)$.
4. $q(t) = eS\dot{\theta}(t)\cos\theta(t)$.
5. .

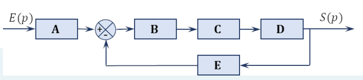
Corrigé voir 4.

## Exercice 214 – Calcul de FTBO★

03 SLCI

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

**Question 1** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



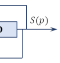

**Question 2** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.


**Question 3** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

**Question 4** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

**Éléments de correction**

1. $\text{FTBO}(p) = BCDE$.
2. $\text{FTBO}(p) = B(1 + A)$.
3. $\text{FTBO}(p) = A\dfrac{BCD}{1 + BCD}$.
4. $\text{FTBO}(p) = \dfrac{ABCD}{1 + B + BCD}$.



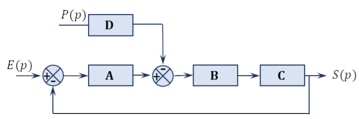

Corrigé voir 4.

## Exercice 213 – Calcul de FTBO★

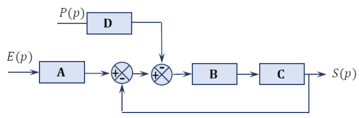
03 SLCI

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

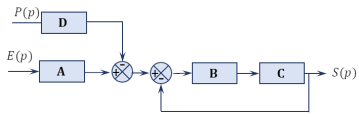
**Question 1** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



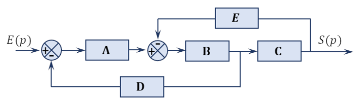

**Question 2** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.




**Question 3** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.




**Question 4** Déterminer la FTBO dans la cas suivant.




**Éléments de correction**

1. $FTBO(p) = A(p)B(p)C(p)$.
2. $FTBO(p) = B(p)C(p)$.
3. $FTBO(p) = B(p)C(p)$.
4. $FTBO(p) = \dfrac{B(p)C(p)}{1 + B(p)C(p)E(p)} \times \dfrac{A(p)D(p)}{C(p)}$.

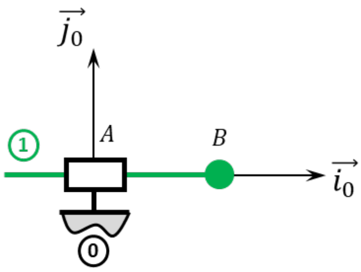
Corrigé voir 4.

## Exercice 212 – Mouvement T – ★

01 CIN

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant.




**Question 1** Réaliser le paramétrage du mécanisme.

Corrigé voir 4.

## Exercice 211 – Moteur à courant continu★

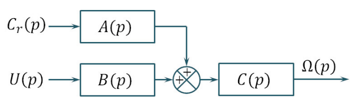
03 SLCI

On donne les équations du moteur à courant continu :

- $u(t) = e(t) + Ri(t) + L\dfrac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}$ ;
- $e(t) = K\omega(t)$ ;
- $c(t) = Ki(t)$ ;
- $c(t) + c_r(t) - f\omega(t) = J\dfrac{\mathrm{d}\omega(t)}{\mathrm{d}t}$.

**Question 1** Réaliser le schéma-blocs.

**Question 2** Mettre le schéma-blocs sous la forme suivante.



**Éléments de correction**

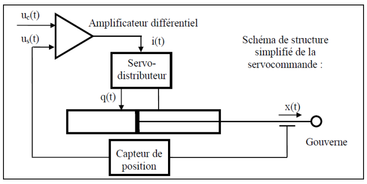
1. .
2. $A(p) = R + Lp, B(p) = K, C(p) = \dfrac{1}{K^2 + \left(f + Jp\right)\left(R + Lp\right)}$ (plusieurs réponses possibles).

Corrigé voir 1.

## Exercice 210 – Vérin★

03 SLCI

**Pas de corrigé pour cet exercice.**




On donne le schéma de principe d'une servo-commande.

Les différentes équations temporelles qui modélisent le fonctionnement d'une servo-commande sont :

- un amplificateur différentiel défini par : $u_c(t) = \dfrac{i(t)}{K_a} + u_s(t)$;
- débit dans le vérin dans le cas d'une hypothèse de fluide incompressible $q(t) = S \cdot \dfrac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t}$;
- capteur de position : $u_s(t) = K_c \cdot x(t)$;
- le servo-distributeur est un composant de la chaîne de commande conçu pour fournir un débit hydraulique $q(t)$ proportionnel au courant de commande $i(t)$. (Attention, valable uniquement en régime permanent.) On a $q(t) + T\dfrac{\mathrm{d}q(t)}{\mathrm{d}t} = K_d i(t)$.

Corrigé voir 2.

**Question 1** Réaliser le schéma-blocs.

## Exercice 209 – Prothèse active transtibiale★

03 SLCI

### Présentation

Des ingénieurs du M.I.T. ont mis au point une prothèse active transtibiale capable de proposer un comportement similaire à celui des membres non amputés. On étudie dans ce sujet le prototype initial qui a permis de valider la pertinence d'une telle prothèse active.

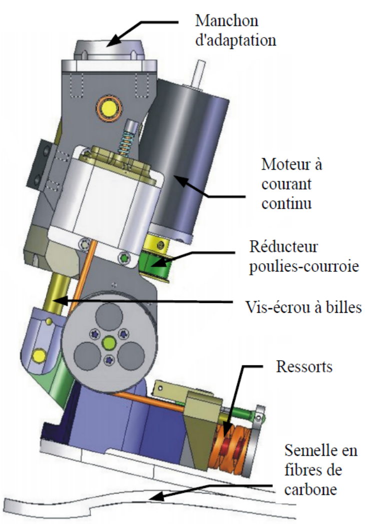
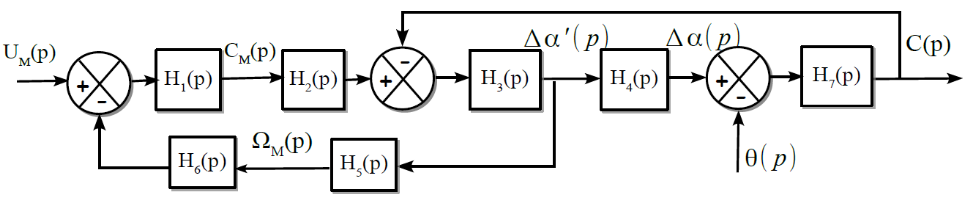



FIGURE 3 – Prothèse active

L'actionneur de la prothèse est un moteur à courant continu alimenté par une batterie rechargeable de 16 V. L'énergie mécanique est transmise par un réducteur de type poulies-courroie suivi d'un système vis-écrou qui adapte cette énergie mécanique pour la prothèse (ensemble de liaisons entre le pied artificiel constitué d'une semelle en fibres de carbone et le manchon ou tibia artificiel). Des ressorts permettent d'ajuster également l'énergie mécanique fournie au pied artificiel. L'effort exercé par les ressorts est directement relié au couple exercé par l'actionneur.

On peut modéliser la chaîne d'énergie de la façon suivante :




Les grandeurs temporelles sont les suivantes :

- $u_M$ tension d'alimentation du moteur (V) ;
- $C_M$ couple exercé par le moteur (Nm) ;
- $\omega_M$ vitesse angulaire du moteur (rad s$^{-1}$) ;
- $\alpha$ angle de rotation du basculeur (rad) tel que $\alpha = \alpha_r + \Delta\alpha$ où $\alpha_r$ est la position repos et $\Delta\alpha$ est la variation angulaire autour de la position repos. On a alors : $\dfrac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}\Delta\alpha}{\mathrm{d}t}$. On note $\Delta\alpha'(p)$ la transformée de Laplace de $\dfrac{\mathrm{d}\Delta\alpha}{\mathrm{d}t}$ ;
- $\theta$ angle de rotation du pied (rad) tel que $\theta = 0\,\text{rad}$ pour la position repos ;
- $C$ couple exercé par le pied (Nm).

On note en majuscule, lorsque cela est possible, les variables associées aux grandeurs temporelles dans le domaine symbolique.

## Comportement dynamique de la prothèse

**Objectif**

L'objectif de cette partie est d'établir les équations de comportement dynamique de la prothèse autour de la position de repos lors des phases d'appui et oscillante. Ces équations permettront de compléter le schéma-blocs de la chaîne d'énergie.

On donne l'équation différentielle linéarisée suivante qui caractérise le comportement dynamique de la prothèse : $J_M \dfrac{\mathrm{d}^2\Delta\alpha(t)}{\mathrm{d}t^2} + \mu_m \dfrac{\mathrm{d}\Delta\alpha(t)}{\mathrm{d}t} = C_M(t)R_T - C(t)R_T^2$ avec $R_T = \dfrac{1}{145}$.

Le moteur électrique est régi par les équations électriques et de couplage électromécanique :

- $u_M(t) = Ri(t) + e(t)$ avec $i(t)$ courant moteur et $e(t)$ fcem ;
- $e(t) = k_c\omega_M(t)$ avec $\omega_M(t)$ vitesse angulaire du rotor du moteur par rapport au stator ;
- $C_M(t) = k_c i(t)$.

**Question 1** À partir des équations caractérisant le système, déterminer les expressions littérales des fonctions de transfert $H_1(p)$, $H_2(p)$, $H_3(p)$ et $H_6(p)$.

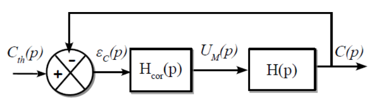
On a par ailleurs $H_4(p) = \dfrac{1}{p}$, $H_5(p) = \dfrac{1}{R_T}$ et $H_7(p) = k_{RS}d_0^2$ ($k_{RS} = 1200 \times 10^3\,\mathrm{N\,m^{-1}}$ raideur équivalente du ressort et $d_0 = 0{,}035\,\mathrm{m}$).

On considère que $\theta(p) = 0$.

**Question 2** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $\mathrm{FTBF}(p) = \dfrac{C(p)}{U_M(p)}$.

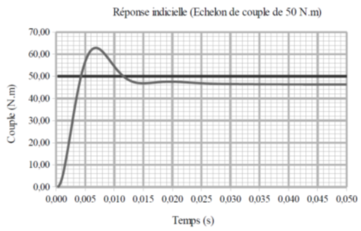
## Analyse des performances de l'asservissement en couple

Le schéma-blocs de l'asservissement en couple peut être simplifié par le schéma-blocs suivant avec $H(p) = \dfrac{a_0}{1 + a_1 p + a_2 p^2}$ où $a_0 = 2{,}9\,\mathrm{NmV^{-1}}$, $a_1 = \dfrac{26}{4356}\,\mathrm{s}$ et $a_2 = \dfrac{1}{4356}\,\mathrm{s^2}$ et $H_{\mathrm{cor}}(p) = H_c(p)K_{\mathrm{amp}}K_A$.



**Objectif**

L'objectif est de déterminer si la correction $H_{\text{cor}}(p)$ permet de respecter le cahier des charges rappelé ci-après.




| Critères | Valeur |
|---|---|
| Rapidité (temps de réponse à 5%) | $t_{r5\%} < 0{,}1\,\text{s}$ |
| Précision pour une entrée en échelon (écart normalisé par la valeur de l'échelon) | 10 % maxi |

**Question 3** À l'aide des courbes, valider l'ensemble des critères du cahier des charges en justifiant clairement vos réponses.

**Éléments de correction**

1. $H_1(p) = \dfrac{k_c}{R}$, $H_2(p) = R_T$, $H_3(p) = \dfrac{R_T^2}{J_M p + \mu_m}$ et $H_6(p) = k_c$.
2. $\text{FTBF}(p) = \dfrac{k_c R_T^3}{J_M R p^2 + p\left(\mu_m R + k_c k_c R_T^2\right) + R_T R^2 k_{RS} d_0^2} k_{RS} d_0^2$.
3. .

Corrigé voir 1.

# Exercice 208 – Conception de la commande d'un robot chirurgical★

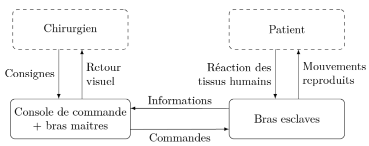
03 SLCI

## Présentation du système

Afin d'améliorer les conditions d'opérations chirurgicales dites mini invasives (comme la précision d'opération et le confort du chirurgien), des robots chirurgicaux ont vu le jour. Cette étude s'intéresse à l'un d'entre eux : le robot Da Vinci. Le chirurgien peut atteindre sa cible grâce à des outils longs et fins traversant le patient grâce à une incision de l'ordre du centimètre.

Le système étudié est composé de deux sous-systèmes principaux :

- l'ensemble {console de commande + bras maîtres} permet au chirurgien de visualiser et de commander les mouvements des outils adéquats à l'intérieur du patient via une caméra haute définition dont l'image est retransmise par l'intermédiaire d'écrans. Le chirurgien commande les mouvements des outils grâce à deux bras maîtres dont les extrémités sont maintenues dans chaque main ;
- les bras esclaves reçoivent les consignes issues du chirurgien par l'intermédiaire des bras maîtres. Il y a au total 3 bras esclaves : deux manipulent chacun un outil, le troisième manipule une caméra.




Le mouvement de l'axe 1 est régi par l'équation suivante : $\Delta C_1(t) = J\dfrac{\text{d}^2\Delta\theta_1(t)}{\text{d}t^2} - k_1\dfrac{r_9'}{r_0}h_2\Delta F_x(t)$ avec $J = 1{,}98\times 10^{-5}\,\text{kg}\,\text{m}^2$, $k_1\dfrac{r_9'}{r_0} = 0,00717$, $h_2 = 0{,}2\,\text{m}$.

Le couple moteur $\Delta C_1(t)$ est fourni par une machine à courant continu modélisée par les équations suivantes : $u_1(t) = L\dfrac{\text{d}i_1(t)}{\text{d}t} + Ri_1(t) + e_1(t)$, $e_1(t) = k_e\dfrac{\text{d}\Delta\theta_1(t)}{\text{d}t}$, $\Delta C_1(t) = k_t i_1(t)$ avec $u_1(t)$ la tension aux bornes du moteur, $i_1(t)$ l'intensité traversant le moteur et $e_1(t)$ la force contre électromotrice, avec $R = 2{,}08\,\Omega$, $k_t = 0{,}0525\,\text{N m A}^{-1}$ et $k_e = 0{,}0525\,\text{V s rad}^{-1}$.

On fait l'hypothèse que l'influence de l'inductance $L$ est négligeable sur les performances attendues, soit $L = 0$.

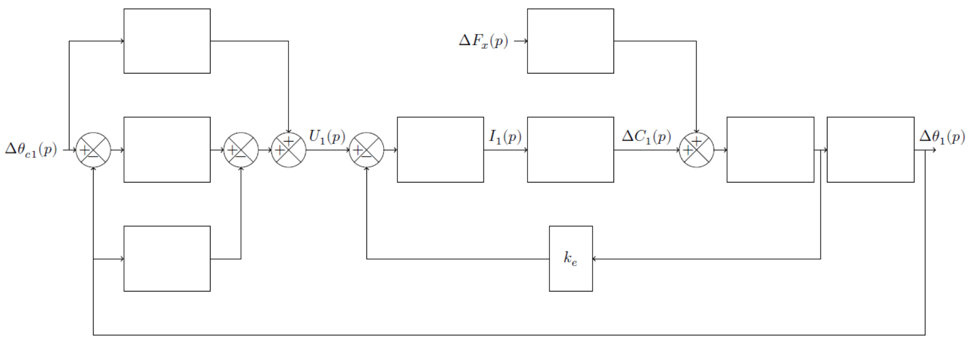
La consigne est notée $\Delta\theta_{c1}(t)$. Le cahier des charges sélectif conduit à choisir un correcteur associant une anticipation (via la présence de $\sigma_4$ dans la relation suivante) et une correction PID. La tension de commande du moteur est donnée par : $U_1(p) = \left(\Delta\theta_{c1}(p) - \Delta\theta_1(p)\right)\left(\sigma_1 + \dfrac{\sigma_2}{p}\right) - \sigma_3 p \Delta\theta_1(p) + \sigma_4 \Delta\theta_{c1}(p)$ avec $\Delta\theta_{c1}(p)$ la consigne de position angulaire exprimée dans le domaine symbolique.

**Question 1** Compléter le schéma-blocs.

Pour la suite, on considère la perturbation nulle ($\Delta F_x(p) = 0$).

**Question 2** À partir de ce schéma-blocs, en notant $H_{\text{processus}}(p) = \dfrac{\Delta\theta_1(p)}{U_1(p)} = \dfrac{K}{p\,(1+\tau p)}$, exprimer $K$ et $\tau$ en fonction des données de l'énoncé.

**Question 3** Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée, sous sa forme canonique, notée $B_F(p) = \dfrac{\Delta\theta_1(p)}{\Delta\theta_{c1}(p)}$ en fonction de $K$, $\tau$, $\sigma_1$, $\sigma_2$, $\sigma_3$ et $\sigma_4$.




**Éléments de correction**

1. $A(p) = \sigma_4$, $B(p) = \sigma_1 + \dfrac{\sigma_2}{p}$, $C(p) = \sigma_3 p$, $D(p) = \dfrac{1}{R+Lp}$, $E(p) = k_1 \dfrac{r_9'}{r_0} h_2$, $F(p) = k_t$, $G(p) = \dfrac{1}{Jp}$, $H(p) = \dfrac{1}{p}$.
2. $K = \dfrac{1}{k_e}$ et $\tau = \dfrac{RJ}{k_t k_e}$.
3. $B_F(p) = K\dfrac{(\sigma_1+\sigma_4)\,p + \sigma_2}{\tau p^3 + p^2\,(1+\sigma_3) + \sigma_1 K p + \sigma_2 K}$.

Corrigé voir 3.

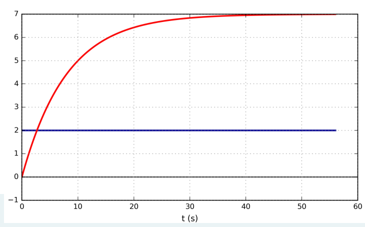
## Exercice 207 – Identification temporelle ★

07 SLCI

Soit la réponse à un échelon.

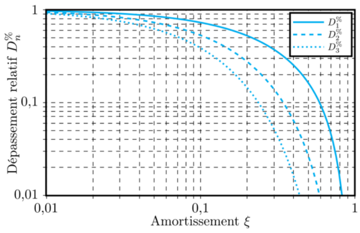
**Question 1** Déterminer la fonction de transfert du système.

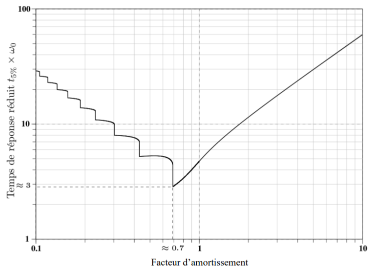
Soit la réponse à un échelon d'amplitude 2,5.



**Question 2** Déterminer la fonction de transfert du système en réalisant les mesures nécessaires et en utilisant les formules appropriées.

**Question 3** Déterminer la fonction de transfert du système en utilisant les abaques.




Corrigé voir 3.

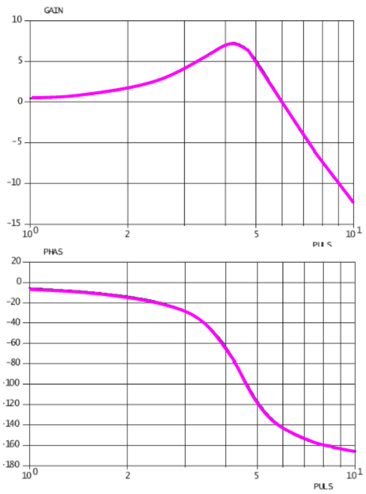
**Éléments de correction**

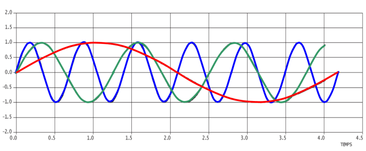
1. $H(p) = \dfrac{3,5}{1+8p}$.
2. $H(p) = \dfrac{0,5}{1+\dfrac{2\times 0,1}{14,25}p+\dfrac{p^2}{14,25^2}}$.
3. $H(p) = \dfrac{0,5}{1+\dfrac{2\times 0,3}{16}p+\dfrac{p^2}{16^2}}$.

## Exercice 206 – Identification ★

07 SLCI

D'après Florestan Mathurin.



Soit un système dont le diagramme de Bode est donné ci-dessous.

**Question 1** Tracer le diagramme de Bode asymptotique.

**Question 2** Identifier le type de la fonction de transfert et ses valeurs remarquables.

Le diagramme temporel ci-dessous présente 3 signaux d'entrée sinusoïdaux.

**Question 3** Déterminer les période et les pulsations de chacun des signaux.

**Question 4** En déduire le gain et le déphasage en régime permanent pour chacune des courbes temporelles de sortie correspondant aux 3 entrées.

Corrigé voir 3.

**Éléments de correction**

1. .
2. $H(p) = \dfrac{1}{1+\dfrac{2\times 0,23}{4,5}p+\dfrac{p^2}{4,5^2}}$.
3. .
   - Signal rouge : $T = 4{,}2\,\text{s}$ et $\omega 1{,}5\,\text{rad/s}$.
   - Signal vert : $T = 3,6/3 = 1{,}2\,\text{s}$ et $\omega = 5{,}2\,\text{rad/s}$.
   - Signal bleu : $T = 4,2/6 = 0{,}7\,\text{s}$ et $\omega = 9\,\text{rad/s}$.
4. .
   - $s(t) = 1,12\sin(\omega t - 0,17)$.
   - $s(t) = 1,8\sin(\omega t - 2,1)$.
   - $s(t) = 0,3\sin(\omega t - 2,8)$.

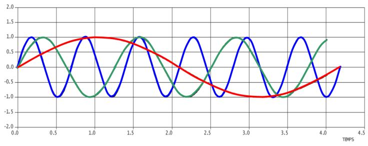
## Exercice 205 – Identification ⋆

07 SLCI

**Pas de corrigé pour cet exercice.**

D'après Florestan Mathurin.

Le diagramme temporel ci-dessous présente 3 signaux d'entrée sinusoïdaux.



**Question 1** Déterminer les période et les pulsations de chacun des signaux.

**Question 2** En déduire le gain et le déphasage en régime permanent pour chacune des courbes temporelles de sortie correspondant aux 3 entrées.

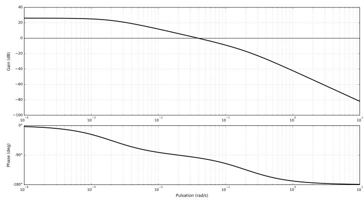
Corrigé voir 4.

## Exercice 204 – Identification ⋆

07 SLCI

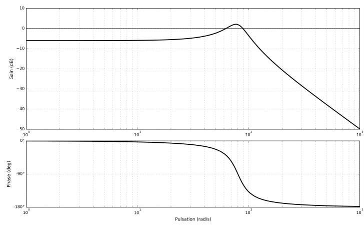
**Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit la réponse fréquentielle suivante.



**Question 1** Déterminer la fonction de transfert du système.

Soit la réponse fréquentielle suivante.



**Question 2** Déterminer la fonction de transfert du système.

Corrigé voir 2.

## Exercice 203 – Diagramme de Bode⋆

11 SLCI

**Question 1** Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert suivante : $F_1(p) = \dfrac{15}{1+10p}$.

**Question 2** Le système est sollicité par une entrée sinusoïdale de période 60 s et d'amplitude 10. Quel est le signal de sortie ?

Corrigé voir 2.

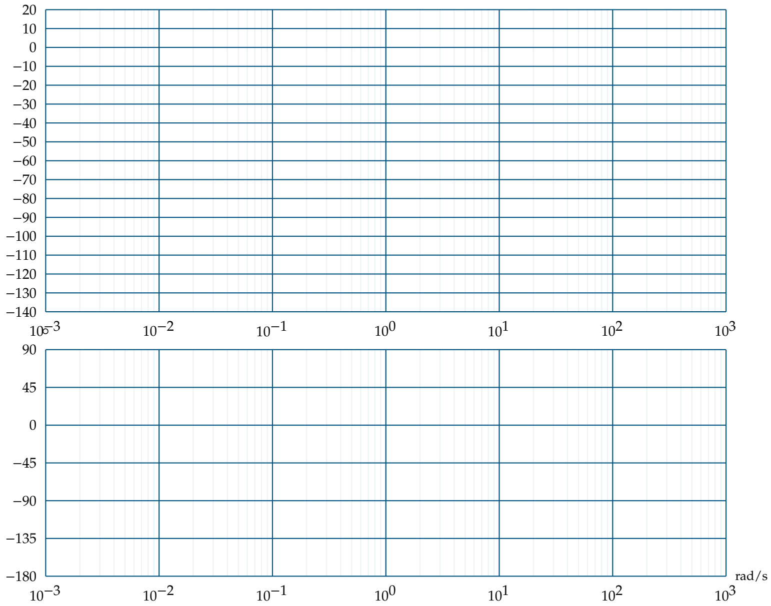
## Exercice 202 – Diagramme de Bode⋆

11 SLCI

**Question 1** Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert suivante : $F_2(p) = \dfrac{10}{(1+10p)\,(10+p)}$.

**Question 2** Le système est sollicité par une entrée sinusoïdale de période 60 s et d'amplitude 10. Quel est le signal de sortie ?

Corrigé voir 2.


20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
−60
−70
−80
−90
−100
−110
−120
−130
−140
90
45
0
−45
−90
−135
−180
rad/s
$10^{-3}$
$10^{-2}$
$10^{-1}$
$10^{0}$
$10^{1}$
$10^{2}$
$10^{3}$