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.

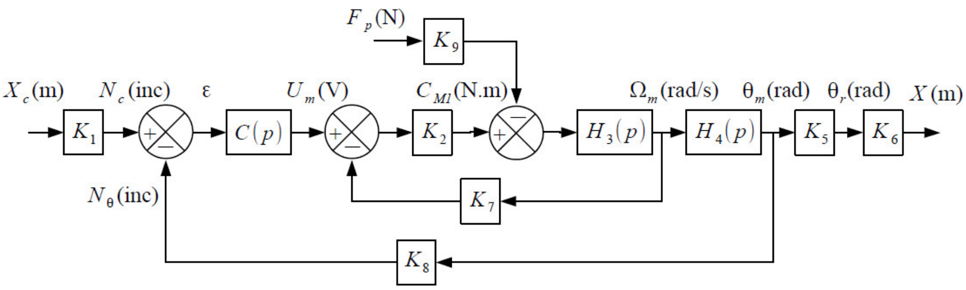
Correction

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 ★

03 SLCI

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 $C_{M1}(t) = k_t i(t)$.

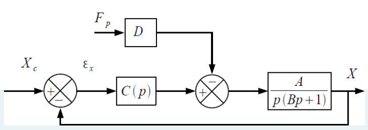
Une étude dynamique a mené à l'équation suivante :

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

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.

Corrigé voir .



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, ρ_1, k_t, k_e, R, M, m et K_8.

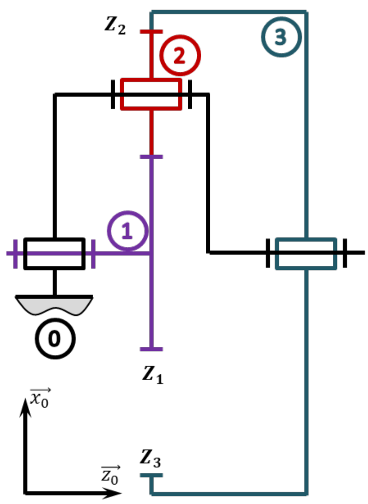
Éléments de correction

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.

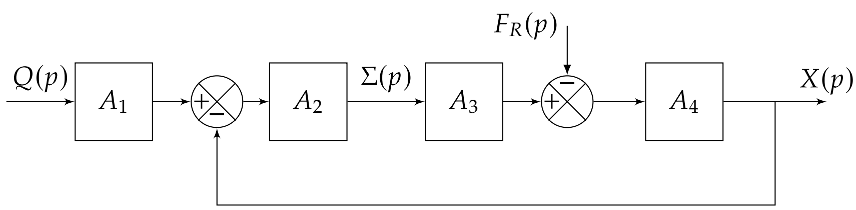


Figure 1 – Asservissement en débit du vérin

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 :

- $\mathscr{L}\left(q(t)\right) = Q(p)$: débit d'alimentation du vérin $\left[\mathrm{m^3 s^{-1}}\right]$;
- $\mathscr{L}\left(\sigma(t)\right) = \Sigma(p)$: différence de pression entre les deux chambres du vérin [Pa] ;
- $\mathscr{L}\left(x(t)\right) = X(p)$: position de la tige du vérin [m] ;
- $\mathscr{L}\left(f_R(t)\right) = F_R(p)$: 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 $\left[\mathrm{kg}\right]$;
- λ : 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.

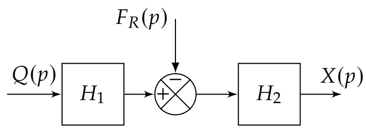


Figure 2 – Schéma-bloc

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

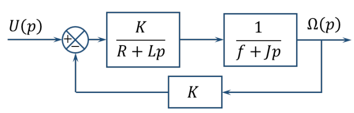
1. $A_1 = \dfrac{1}{Sp}$, $A_2 = \dfrac{S2B}{V}$, $A_3 = S$ et $A_4 = \dfrac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}$.
2. $H_1(p) = A_1 A_2 A_3$ et $H_2 = \dfrac{A_4}{1 + A_2 A_3 A_4}$.
3. $\dfrac{X(p)}{Q(p)} = \dfrac{2BS}{p\left(MVp^2 + \lambda pV + kV + 2BS^2\right)}$.

Corrigé voir 5.

Exercice 216 – Fonctions de transfert★

03 SLCI

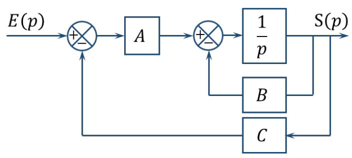
Soit le schéma-blocs suivant.



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

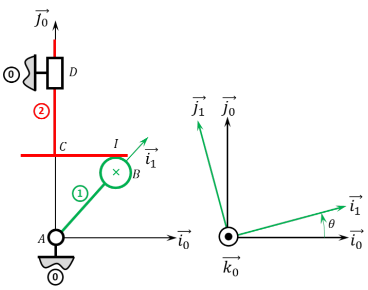
1. $K_{BO} = \dfrac{K^2}{Rf}$, $\omega_{BO} = \sqrt{\dfrac{Rf}{LJ}}$, $\xi_{BO} = \dfrac{RJ + Lf}{2\sqrt{LJRf}}$.
2. $K_{BF} = \dfrac{K}{K^2 + Rf}$, $\xi_{BF} = \dfrac{RJ + Lf}{2\sqrt{LJ}\sqrt{Rf + K^2}}$.
3. $K_{BO} = \dfrac{AC}{B}$ et $\tau_{BO} = \dfrac{1}{B}$.
4. $K_{BF} = \dfrac{A}{B + AC}$ et $\tau_{BF}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

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. .

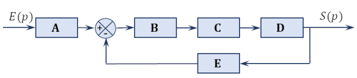
Corrigé voir 4.

Exercice 214 – Calcul de FTBO★

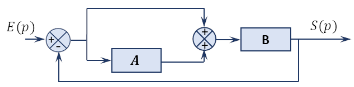
03 SLCI

Pas de corrigé pour cet exercice.

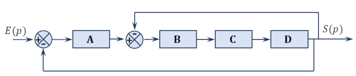
Question 1 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



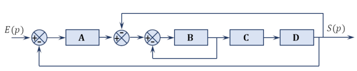
Question 2 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 3 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 4 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



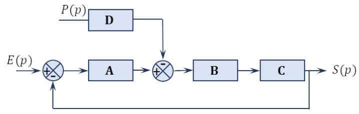
Éléments de correction

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

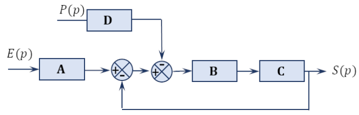
Corrigé voir 4.

Exercice 213 – Calcul de FTBO★

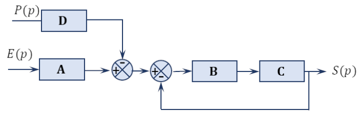
Question 1 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



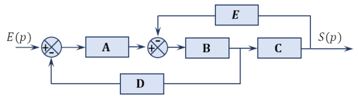
Question 2 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 3 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 4 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Corrigé voir 4.

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

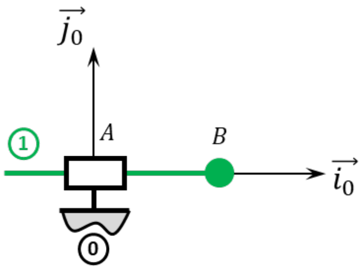
Exercice 212 – Mouvement T – ★

01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.



Corrigé voir 7.

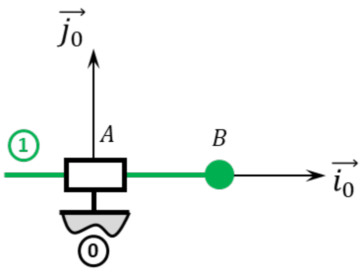
Exercice 211 – Mouvement T – ★

01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_0}$.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.



Corrigé voir 1.

Exercice 210 – Moteur à courant continu★

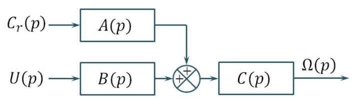
03 SLCI

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.



Corrigé voir 1.

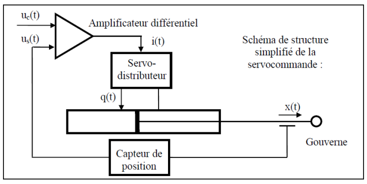
Éléments de correction

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

Exercice 209 – 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 208 – 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.

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.

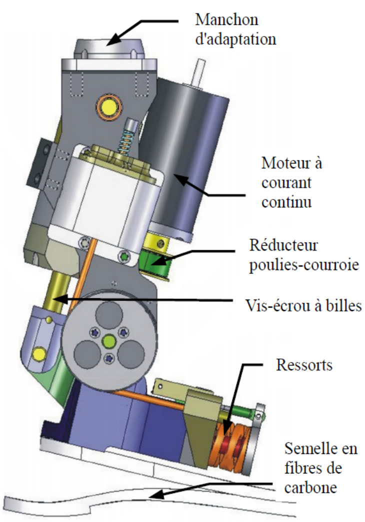
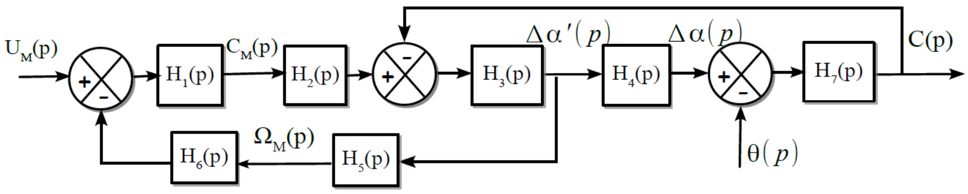


Figure 3 – Prothèse active

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);
- ω_M vitesse angulaire du moteur (rad s^{-1});
- α angle de rotation du basculeur (rad) tel que $\alpha = \alpha_r + \Delta\alpha$ où α_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 $\dfrac{\mathrm{d}\Delta\alpha}{\mathrm{d}t}$;
- θ angle de rotation du pied (rad) tel que $\theta = 0$ 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 $H_6(p)$.

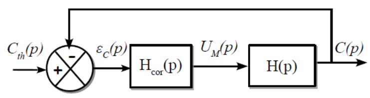
On a par ailleurs $H_4(p) = \dfrac{1}{p}$, $H_5(p) = \dfrac{1}{R_T}$ et $H_7(p) = k_{RS}d_0^2$ ($k_{RS} = 1200 \times 10^3\,\mathrm{N\,m^{-1}}$ raideur équivalente du ressort et $d_0 = 0{,}035\,\mathrm{m}$).

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

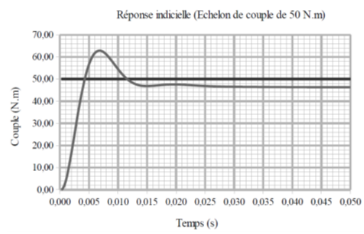
Le schéma-blocs de l'asservissement en couple peut être simplifié par le schéma-blocs suivant avec $H(p) = \dfrac{a_0}{1 + a_1 p + a_2 p^2}$ où $a_0 = 2{,}9\,\mathrm{NmV^{-1}}$, $a_1 = \dfrac{26}{4356}\mathrm{s}$ et $a_2 = \dfrac{1}{4356}\mathrm{s}^2$ et $H_{\mathrm{cor}}(p) = H_c(p)K_{\mathrm{amp}}K_A$.



Objectif

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

Critères	Valeur
Rapidité (temps de réponse à 5%)	$t_{r5\%} < 0{,}1\,\mathrm{s}$
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. $\text{FTBF}(p) = \dfrac{k_c R_T^3}{J_M R p^2 + p\left(\mu_m R + k_c k_c R_T^2\right) + R_T R^2 k_{RS} d_0^2}$
3. .

Corrigé voir 1.

03 SLCI

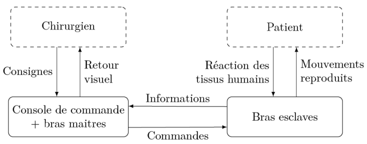
Exercice 207 – Conception de la commande d'un robot chirurgical★

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 : $\Delta C_1(t) = J\dfrac{\mathrm{d}^2\Delta\theta_1(t)}{\mathrm{d}t^2} - k_1\dfrac{r_9'}{r_0}h_2\Delta F_x(t)$ avec $J = 1{,}98\times10^{-5}\,\mathrm{kg\,m^2}$, $k_1\dfrac{r_9'}{r_0} = 0,00717$, $h_2 = 0{,}2\,\mathrm{m}$.

Le couple moteur $\Delta C_1(t)$ est fourni par une machine à courant continu modélisée par les équations suivantes : $u_1(t) = L\dfrac{\mathrm{d}i_1(t)}{\mathrm{d}t} + Ri_1(t) + e_1(t)$, $e_1(t) = k_e\dfrac{\mathrm{d}\Delta\theta_1(t)}{\mathrm{d}t}$, $\Delta C_1(t) = k_t i_1(t)$ 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 $R = 2{,}08\,\Omega$, $k_t = 0{,}0525\,\mathrm{N\,m\,A^{-1}}$ et $k_e = 0{,}0525\,\mathrm{V\,s\,rad^{-1}}$.

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

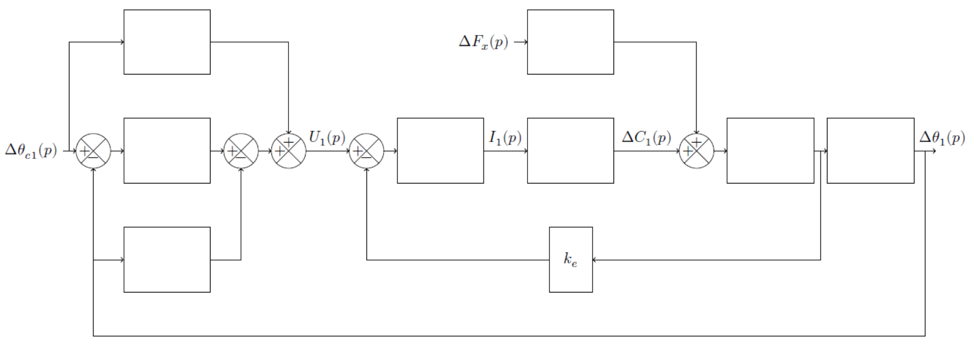
La consigne est notée $\Delta\theta_{c1}(t)$. Le cahier des charges sélectif conduit à choisir un correcteur associant une anticipation (via la présence de σ_4 dans la relation suivante) et une correction PID. La tension de commande du moteur est donnée par : $U_1(p) = \left(\Delta\theta_{c1}(p) - \Delta\theta_1(p)\right)\left(\sigma_1 + \dfrac{\sigma_2}{p}\right) - \sigma_3 p\Delta\theta_1(p) + \sigma_4\Delta\theta_{c1}(p)$ 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 $H_{\text{processus}}(p) = \dfrac{\Delta\theta_1(p)}{U_1(p)} = \dfrac{K}{p\left(1+\tau p\right)}$, exprimer K et τ 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, τ, σ_1, σ_2, σ_3 et σ_4.



Éléments de correction

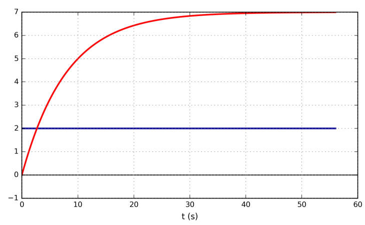
1. $A(p) = \sigma_4$, $B(p) = \sigma_1 + \dfrac{\sigma_2}{p}$, $C(p) = \sigma_3 p$, $D(p) = \dfrac{1}{R + Lp}$, $E(p) = k_1 \dfrac{r'_9}{r_0} h_2$, $F(p) = k_t$, $G(p) = \dfrac{1}{Jp}$, $H(p) = \dfrac{1}{p}$.
2. $K = \dfrac{1}{k_e}$ et $\tau = \dfrac{RJ}{k_t k_e}$.
3. $B_F(p) = K \dfrac{(\sigma_1 + \sigma_4)\, p + \sigma_2}{\tau p^3 + p^2\,(1 + \sigma_3) + \sigma_1 K p + \sigma_2 K}$.

Corrigé voir 3.

Exercice 206 – Identification temporelle ★

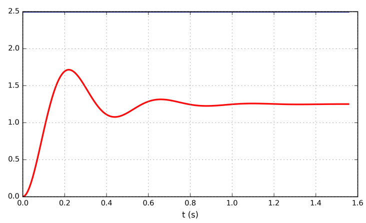
07 SLCI

Soit la réponse à un échelon.



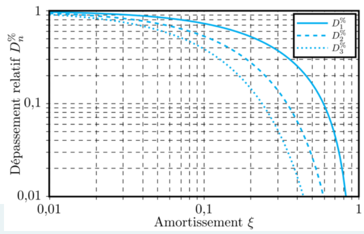
Question 1 Déterminer la fonction de transfert du système.

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.



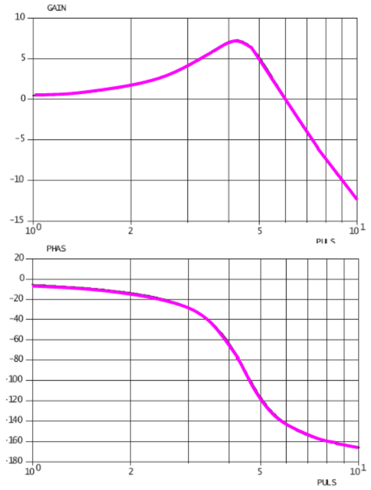
Éléments de correction

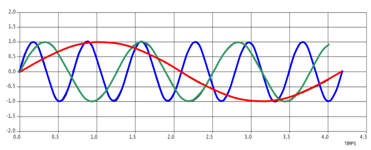
1. $H(p) = \dfrac{3,5}{1 + 8p}$.
2. $H(p) = \dfrac{0,5}{1 + \dfrac{2 \times 0,1}{14,25} p + \dfrac{p^2}{14,25^2}}$.
3. $H(p) = \dfrac{0,5}{1 + \dfrac{2 \times 0,3}{16} p + \dfrac{p^2}{16^2}}$.

Exercice 205 – Identification ★

07 SLC

D'aprè





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.

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. .
   - $s(t) = 1,12 \sin(\omega t - 0,17)$.
   - $s(t) = 1,8 \sin(\omega t - 2,1)$.
   - $s(t) = 0,3 \sin(\omega t - 2,8)$.

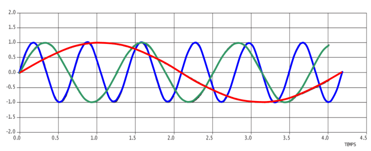
Corrigé voir 3.

Exercice 204 – 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.

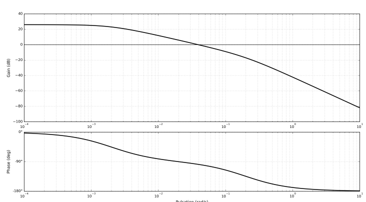
Question 2 En déduire le gain et le déphasage en régime permanent pour chacune des courbes temporelles de sortie correspondant aux 3 entrées.

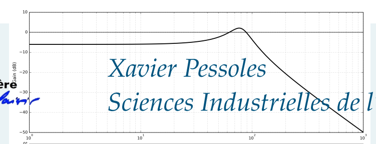
Corrigé voir 4.

Exercice 203 – 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.

Exercice 202 – Diagramme de Bode★

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

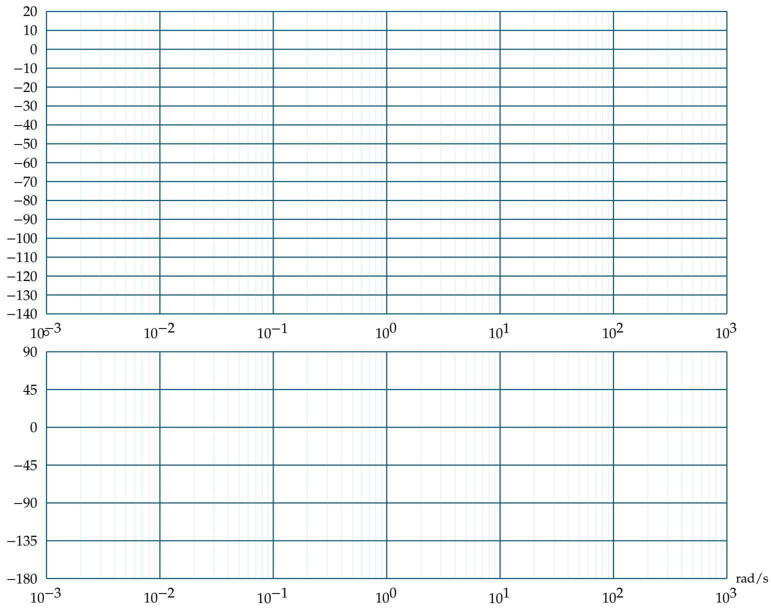
Question 2 Le système est sollicité par une entrée sinusoïdale de période 60 s et d'amplitude 10. Quel est le signal de sortie ?

Corrigé voir 2.

Exercice 201 – Diagramme de Bode★

SLCI

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



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

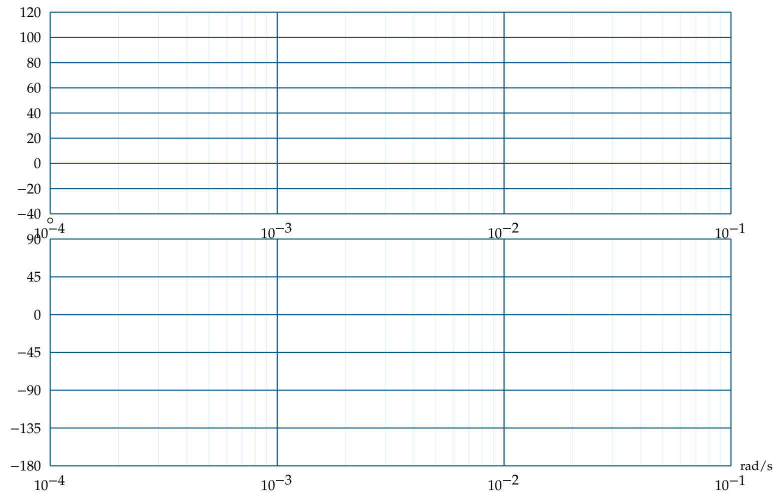
Corrigé voir 2.

Exercice 200 – Diagramme de Bode★

SLCI

Question 1 Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert suivante : $F_3(p) = \dfrac{40}{p\left(1+300p\right)}$.

Corrigé voir 2.

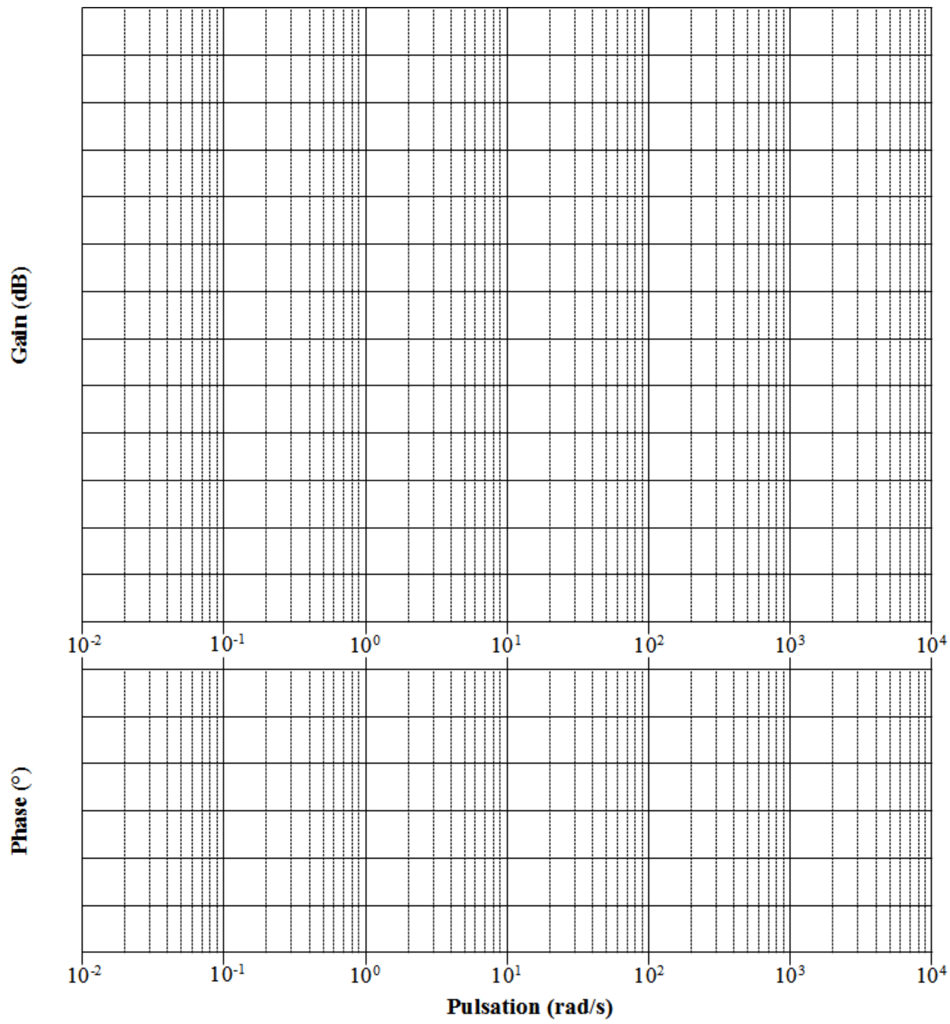


Exercice 199 – Diagramme de Bode ★

SLCI

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert suivante : $F_1(p) = \dfrac{200}{p\left(1+20p+100p^2\right)}$.



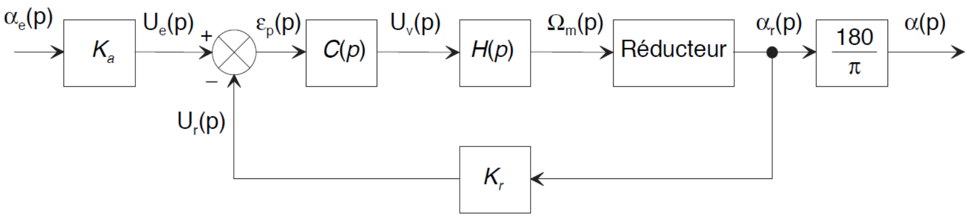
Corrigé voir 1.

Exercice 198 – Palettisation – Stabilité ⋆

02 PERF

Une boucle de position est représentée ci-dessous. On admet que :

- $H(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{U_v(p)} = \dfrac{30}{1+5\times10^{-3}p}$;
- $K_r = 4\,\mathrm{V\,rad^{-1}}$: gain du capteur de position ;
- K_a : gain de l'adaptateur du signal de consigne $\alpha_e(t)$;
- $N = 200$: rapport de transmission du réducteur (la réduction est donc de $1/N$).
- le signal de consigne $\alpha_e(t)$ est exprimé en degré ;
- le correcteur $C(p)$ est à action proportionnelle de gain réglable K_c.



On montre que la fonction de transfert du réducteur est $R(p) = \dfrac{\alpha_r(p)}{\Omega_m(p)} = \dfrac{1}{Np}$, que $k_a = \dfrac{\pi}{180}k_r$ et que la FTBO est donnée par $T(p) = \dfrac{k_{BO}}{p\left(1+\tau_m p\right)}$ $\left(k_{BO} = \dfrac{k_c k_m k_r}{N}\right)$.

On souhaite une marge de phase de 45°.

Question 1 Déterminer la valeur de K_{BO} permettant de satisfaire cette condition.

Question 2 En déduire la valeur du gain K_c du correcteur.

Question 3 Déterminer l'écart de position.

Éléments de correction

1. $k_{BO} = \dfrac{\sqrt{2}}{\tau_m}$.
2. $k_c = \dfrac{\sqrt{2}N}{\tau_m k_m k_r} = 471,1$.
3. $\varepsilon_s = 0$.

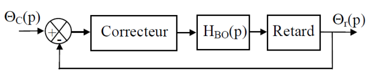
Corrigé voir 1.

Exercice 197 – Exercice d'application ⋆

02 PERF

Pas de corrigé pour cet exercice.

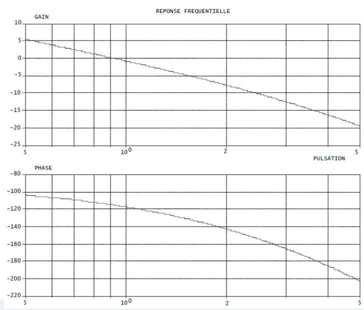
L'asservissement est donné par le schéma-blocs suivant. $H_{\mathrm{BO}}(p) = \dfrac{4}{p\left(p+3,6\right)}$. Le retard du système est de 0,2 s. De plus, $C(p) = K_c\dfrac{1+T_c p}{T_c p}$



Question 1 Tracer le diagramme de Bode asymptotique de $H_{\mathrm{BO}}(p)$ pour des pulsations comprises entre $0,5\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$ et $50\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$.

Question 2 Tracer le diagramme de Bode du retard pour des pulsations comprises entre $0,5\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$ et $50\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$.

On donne le diagramme de la FTBO retardée.



Question 3 Déterminer le gain K_c qui donne une marge de phase de 50°.

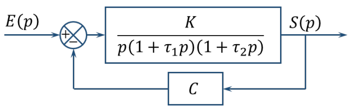
Question 4 La constante T_c qui laisse subsister une marge de phase d'environ 45°.

Question 5 Quelle est l'erreur de traînage du système corrigé pour l'entrée en rampe considérée (en négligeant le retard).

Corrigé voir 3.

Exercice 196 – Valeur finale★

05 PERF



Soit le schéma-blocs suivant.

Question 1 Déterminer la valeur finale de $s(t)$ lorsque l'entrée est un échelon d'amplitude E_0.

Question 2 Déterminer la valeur finale de $s(t)$ lorsque l'entrée est une rampe de pente k.

Éléments de correction

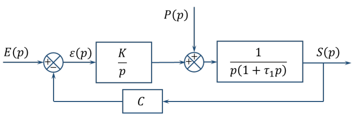
1. $s_\infty = \lim\limits_{p\to 0} p\,\dfrac{E_0}{p}\,\dfrac{K}{p\left(1+\tau_1 p\right)\left(1+\tau_2 p\right)+CK} = \dfrac{E_0}{C}$.
2. $s_\infty = \infty$.

Corrigé voir 5.

Exercice 195 – Écart★

05 PERF

Pas de corrigé pour cet exercice.



Soit le schéma-blocs suivant.

Question 1 Exprimer $\varepsilon(p)$ en fonction de $E(p)$ et $P(p)$.

Question 2 Évaluer la valeur finale de $\varepsilon(t)$ lorsque $E(p)$ est un échelon d'amplitude E_0 et $P(p)$ est un échelon d'amplitude P_0.

Question 3 Évaluer la valeur finale de $\varepsilon(t)$ lorsque $E(p)$ est un échelon d'amplitude E_0 et $P(p)$ est une rampe de pente P_0.

Question 4 Évaluer la valeur finale de $\varepsilon(t)$ lorsque $E(p)$ est une rampe de pente E_0 et $P(p)$ est un échelon d'amplitude P_0.

Question 5 Évaluer la valeur finale de $\varepsilon(t)$ lorsque $E(p)$ est une rampe de pente E_0 et $P(p)$est une rampe de pente P_0.

Corrigé voir 2.

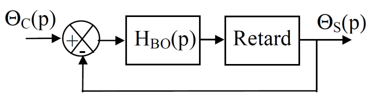
Exercice 194 – Exercice ★

06 PERF

Pas de corrigé pour cet exercice.

On donne le système suivant dont la la FTBF est donnée par $G(p) = \dfrac{\Theta_S(p)}{\Theta_C(p)} = \dfrac{3,24}{p^2+3,24p+3,24}$. Le retard du système est de 0,2 s.

L'asservissement est donné par le schéma-blocs suivant.



Question 1 En considérant le retard nul, déterminer l'écart statique.

Question 2 En considérant le retard nul, déterminer l'écart statique, déterminer l'expression de la boucle ouverte $H_{\text{BO}}(p)$.

Question 3 Déterminer l'expression de $G_r(p)$, transmittance en boucle fermée du système avec retard de 0,2 s. Le système est soumise à une rampe de 0,1 rad s^{-1}.

Question 4 Donner la valeur de l'erreur de traînage correspondant à cette entrée, en négligeant le retard.

Question 5 Donner la valeur de l'écart statique du système avec retard.

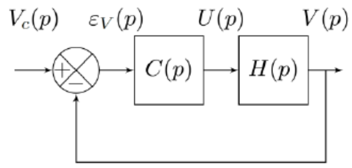
Question 6 Donner la valeur de l'erreur de traînage du système avec retard.

Corrigé voir 5.

Exercice 193 – Exercice ★

L'asservissement de vitesse est à présent modélisé par le schéma-blocs de la figure suivante à retour unitaire. Cet asservissement n'est valable que pour les petites variations de vitesse. $H(p)$ correspond à la fonction de transfert en boucle ouverte naturelle (non corrigée), $C(p)$ est le correcteur.

$H(p) = \dfrac{K_N}{(1+T_m p)(1+T_e p)}$ avec $K_N = 20\,\text{m}\,\text{s}^{-1}\text{V}^{-1}$, $T_m = 5\,\text{s}$, $T_e = 0{,}5\,\text{s}$.



Objectif

- Exigence 1.2 : Garantir un déplacement du chariot de vitesse :
  - 1.2.3 Précision :
    - Erreur statique pour une entrée $v_c(t) = V_0 u(t)$ avec $V_0 = 8\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$: $E_S = 0\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$.
    - Erreur de trainage pour une entrée $v_c(t) = \gamma_0 t u(t)$ avec $\gamma_0 = 1{,}6\,\text{m}\,\text{s}^{-2}$: $E_T \leq 0{,}16\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$.

Le concepteur choisit un correcteur Proportionnel Intégral : $C_1(p) = \dfrac{C}{T_i p}\left(1+T_i p\right)$ avec $T_i = T_m$.

Question 1 Déterminer les expressions littérales de l'erreur statique E_S (consigne : échelon d'amplitude V_0) et de l'erreur de trainage E_T (consigne : rampe de pente γ_0) de cet asservissement corrigé avec $C_1(p)$ en fonction de la consigne, du gain K_N et des paramètres du correcteur et C et T_m.

Question 2 En déduire la condition (notée C_ε) sur le gain C du correcteur permettant de satisfaire l'exigence 1.2.3 du cahier des charges.

On choisit finalement un correcteur PID : $C_2(p) = C\left(1 + \dfrac{1}{T_i p} + T_d p\right)$ avec $T_i = 2T_e$ et $T_d = \dfrac{T_e}{2}$.

Question 3 Montrer qu'on peut mettre ce correcteur sous la forme $C_2(p) = \dfrac{K}{p}\left(1+Tp\right)^2$ et donner les expressions de K et de T en fonction de C et T_e.

Question 4 Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte du système corrigé.

Question 5 Déterminer les expressions littérales de l'erreur statique E_S (consigne : échelon d'amplitude V_0) et de l'erreur de traînage E_T (consigne : rampe de pente γ_0) de cet asservissement corrigé.

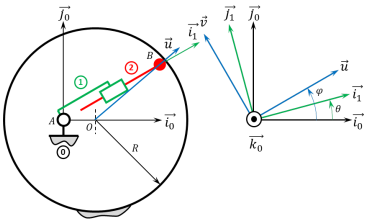
Question 6 En déduire la condition sur la valeur du gain K du correcteur permettant de satisfaire l'exigence 1.2.3 du cahier des charges.

Corrigé voir 6.

Exercice 192 – Pompe à piston radial ★

03 GEO

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AO} = e\,\overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_1}$. De plus $e = 10\,\text{mm}$ et $R = 20\,\text{mm}$. Le contact entre **0** et **2** en B est maintenu en permanence (notamment par



effet centrifuge lors de la rotation de la pompe).

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

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

Question 3 En utilisant Python, tracer $\lambda(t)$ en fonction de $\theta(t)$.

Question 4 Exprimer $\dot{\lambda}(t)$ en fonction de $\dot{\theta}(t)$.

On prendra une section de piston **2** de 1 cm^2 et une fréquence de rotation de $\dot{\theta}(t) = \pi \times 2\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$.

Question 5 Exprimer le débit instantané de la pompe.

Question 6 En utilisant Python, tracer le débit instantané de la pompe pour un tour de pompe pour $e = 10\,\text{mm}$ et $e = 15\,\text{mm}$.

Question 7 En utilisant Python, tracer le débit instantané de la pompe pour un tour de pompe pour $e = 10\,\text{mm}$ pour une pompe à 5 pistons (5 branches **1+2**).

Éléments de correction

Indications (à vérifier...) :

1. .
2. $\lambda(t) = e\cos\theta(t) \pm \sqrt{e^2\cos^2\theta(t) - e^2 + R^2}$.
3. .
4. $q(t) = S\dot{\lambda}(t)$.
5. .

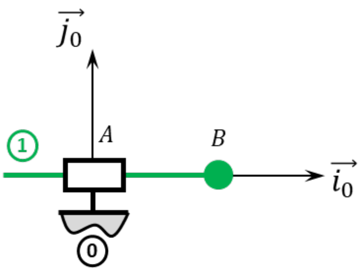
Corrigé voir 6.

Exercice 191 – Mouvement T – ★

01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant.

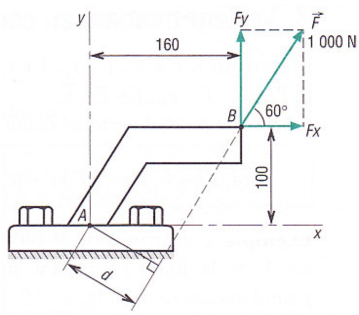


Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.

Corrigé voir 7.

Exercice 190 – Calcul de moment★

02 STAT



Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}(B,F)}$.

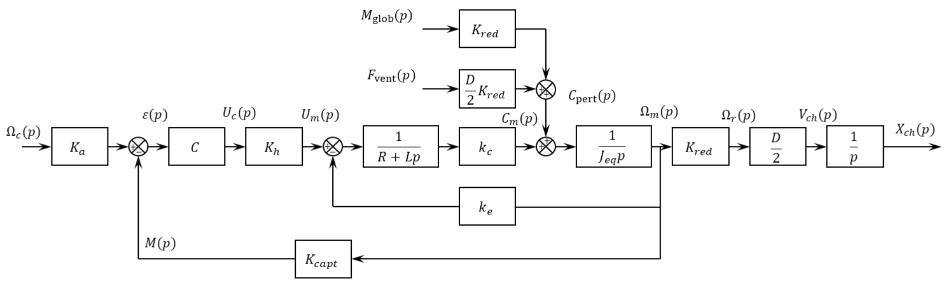
Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}(A,F)}$.

Corrigé voir 1.

Exercice 189 – La Seine Musicale★

03 SLCI

Soit le schéma-blocs suivant.



Question 1 En considérant que la perturbation $C_{pert}(p)$ est nulle, déterminer $H_f(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}$ sous forme canonique.

Question 2 En prenant $\Omega_c(p) = 0$, exprimer la fonction de transfert $H_r(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{C_{\text{pert}}(p)}$ en la mettant sous la forme : $H_r(p) = -\dfrac{\alpha\,(1+\tau p)}{1+\gamma p+\delta p^2}$. Exprimer α, τ, γ et δ en fonction des différents paramètres de l'étude.

Question 3 Exprimer $X_{\text{ch}}(p)$ en fonction de $\Omega_c(p)$ et $C_{\text{pert}}(p)$.

Éléments de correction

1. $H_f(p) = \dfrac{K_a}{(k_e k_c + C K_h K_{\text{capt}} k_c)} \dfrac{C K_h k_c}{\dfrac{J_{eq}\,(R+Lp)}{k_e k_c + C K_h K_{\text{capt}} k_c} p + 1}$.
2. $\alpha = -\dfrac{R}{(C K_h K_{\text{capt}} + k_e)\, k_c}$, $\tau = \dfrac{L}{R}$, $\gamma = \dfrac{R J_{eq}}{(C K_h K_{\text{capt}} + k_e)\, k_c}$, $\delta = \dfrac{L J_{eq}}{(C K_h K_{\text{capt}} + k_e)\, k_c}$.
3. $X_{ch}(p) = \left(H_f(p)\Omega_c(p) + H_r(p) C_{\text{pert}}(p)\right) \dfrac{D K_{\text{red}}}{2p}$.

Corrigé voir 2.

Exercice 188 – Mouvement RT ⋆

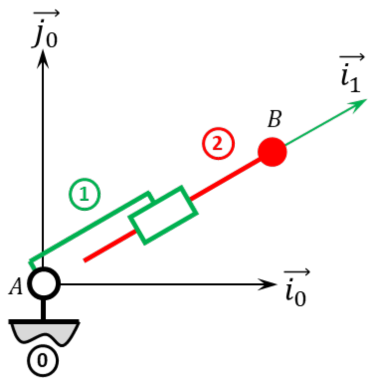
C2-05

01 CIN 02 GEO

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.



Corrigé voir 1.

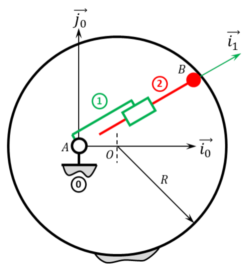
Exercice 187 – Pompe à palettes ⋆

01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.



Corrigé voir 1.

Exercice 186 – Pompe à piston axial ⋆

01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.

Exercice 185 – Tabouret ⋆⋆

Question 1 Proposer un schéma cinématique permettant de modéliser la liaison entre l'assise et le sol.

Exercice 184 – Tabouret ★★

Corrigé voir 1.

Question 1 Proposer 3 schémas cinématiques permettant de modéliser les contacts entre le sol et le tabouret.

Exercice 183 – Mouvement RT ★

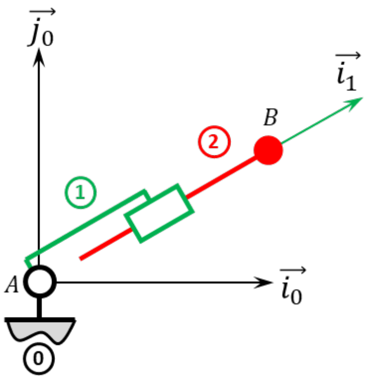
01 CIN 02 GEO

Pas de corrigé pour cet exercice.

C2-05

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.



Corrigé voir 1.

Exercice 182 – Mouvement RT ★

B2-13

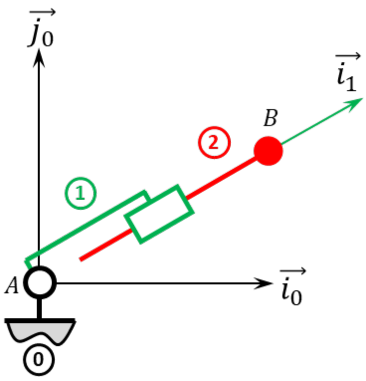
Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\vec{i_1}$.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.

01 CIN

Pas de

Pas de corrigé pour cet exercice.



Exercice 181 – Pompe à piston axial ★

Soit le mécanisme suivant.

Question 1 Réaliser le paramétrage du mécanisme.

Corrigé voir 1.

Exercice 180 – Mouvement T – ★

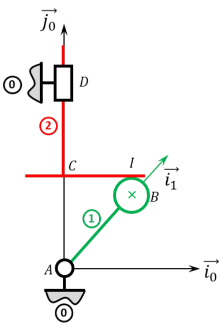
01 CIN

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme de la figure 4. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\vec{i_0}$.

Question 1 Quel est le mouvement de **1** par rapport à **0**.

Question 2 Donner l'équation paramétrique de la trajectoire du point B, point appartenant à **1** par rapport à **0**.



Corrigé voir 1.

Exercice 179 – Mouvement T – ★

02 CIN

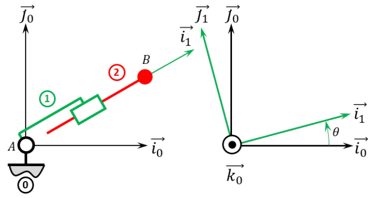
Soit le mécanisme de la figure 5. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\vec{i_0}$.

Question 1 Donner le torseur cinématique $\{\mathscr{V}(1/0)\}$ au point B.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(B,1/0)}$.

Exercice 178 – Mouvement RT ★

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_1}$.



Question 1 Donner l'ensemble des positions accessibles par le point B.

Question 2 Donner l'équation horaire (trajectoire en fonction du temps) du point B dans le mouvement de **2** par rapport à **0**.

On souhaite que le point B réalise un segment entre les points $[-25, 25]$ et $[25, 25]$.

Question 3 Donner les expressions de $\theta(t)$ et $\lambda(t)$ permettant la réalisation de cette trajectoire à la vitesse $v = 0{,}01\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$.

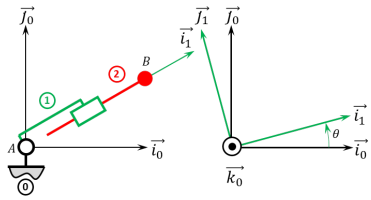
Question 4 En utilisant Python, tracer $\theta(t)$, $\lambda(t)$ et la trajectoire générée.

Corrigé voir 2.

Exercice 177 – Mouvement RT ★

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_1}$.



Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(B,2/0)}$ par dérivation vectorielle.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{V(B,2/0)}$ par composition.

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point B.

Question 4 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(B,2/0)}$.

Éléments de correction

1. $\overrightarrow{V(B,2/0)} = \dot{\lambda}(t)\overrightarrow{i_1} + \lambda(t)\dot{\theta}(t)\overrightarrow{j_1}$.
2. $\overrightarrow{V(B,2/0)} = \dot{\lambda}(t)\overrightarrow{i_1} + \lambda(t)\dot{\theta}(t)\overrightarrow{j_1}$.
3. $\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \dot{\theta}(t)\overrightarrow{k_0} \\ \dot{\lambda}(t)\overrightarrow{i_1} + \lambda(t)\dot{\theta}(t)\overrightarrow{j_1} \end{array} \right\}_B$.
4. $\overrightarrow{\Gamma(B,2/0)} = \left(\ddot{\lambda}(t) - \lambda(t)\dot{\theta}(t)^2\right)\overrightarrow{i_1} + \left(\dot{\lambda}(t)\dot{\theta}(t) + \dot{\lambda}(t)\dot{\theta}(t)\right)\overrightarrow{j_1}$.

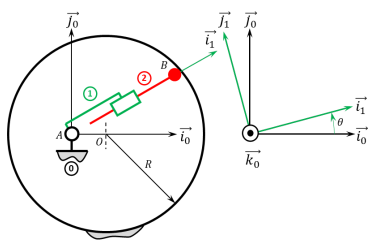
Corrigé voir 4.

Exercice 176 – Pompe à palettes ★

02 CIN

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AO} = e\,\overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_1}$. De plus $e = 10\,\text{mm}$ et $R = 20\,\text{mm}$. Le contact entre **0** et **2** en B est maintenu en permanence (notamment par effet centrifuge lors de la rotation de la pompe).

Il est possible de mettre la loi entrée-sortie sous la forme $\dot{\lambda}_+(t) = -e\dot{\theta}(t)\sin\theta(t) - \dfrac{e^2\dot{\theta}(t)\cos\theta(t)\sin\theta(t)}{\sqrt{e^2\cos^2\theta(t) - e^2 + R^2}}$ (voir exercice **??** – à vérifier).



Question 1 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point B.

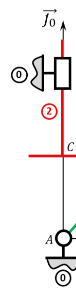
Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(B,2/0)}$.

Corrigé voir 4.

Indications :

1. $\{\mathcal{V}(2/0)\} =$

Exercice 175 – Pompe à piston axial ★



Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = e\,\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BI} = R\,\overrightarrow{j_0}$. 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**.

Il est possible de mettre la loi entrée-sortie sous la forme $\lambda(t) = e\sin\theta + R$ ou encore $\dot{\lambda}(t) = e\dot{\theta}(t)\cos\theta(t)$ (voir exercice **??**).

Question 1 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C,2/0)}$.

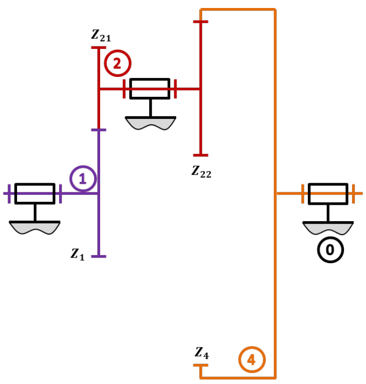
Indications :

1. $\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ \dot{\lambda}(t)\overrightarrow{j_0} \end{array} \right\}_C$.
2. $\overrightarrow{\Gamma(C,2/0)} = \ddot{\lambda}(t)\overrightarrow{j_0}$.

Corrigé voir 2.

Exercice 174 – Train simple ★

03 CIN



Soit le train d'engrenages suivant.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

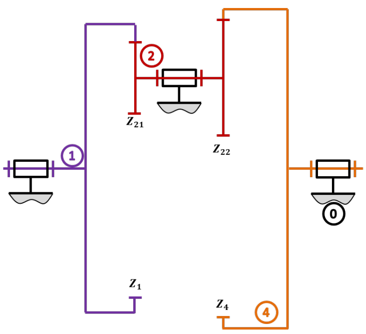
Question 2 Déterminer $\dfrac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction du nombre de dents des roues dentées.

Question 3 Donner une relation géométrique entre Z_1, Z_{21}, Z_{22} et Z_4 permettant de garantir le fonctionnement du train d'engrenages (on fera l'hypothèse que toutes les roues dentées ont le même module).

Corrigé voir 2.

Exercice 173 – Train simple ★

03 CIN



Soit le train d'engrenages suivant.

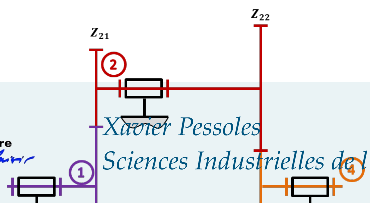
Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Déterminer $\dfrac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction du nombre de dents des roues dentées.

Corrigé voir 3.

Exercice 172 – Train simple ★

03 CIN



Soit le train d'engrenages suivant.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Déterminer $\dfrac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction du nombre de dents des roues dentées.

Exercice 171 – Train simple ★

L'usinage est une opération de transformation d'un produit par enlèvement de matière. Cette opération est à la base de la fabrication de produits dans les industries mécaniques. La génération d'une surface par enlèvement de matière est obtenue grâce à un outil muni d'au moins une arête coupante. Les différentes formes de pièces sont obtenues par des translations et des rotations de l'outil par rapport à la pièce.

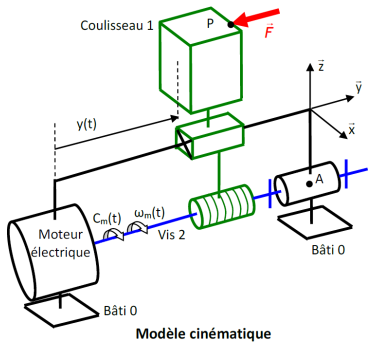
riand –

On s'intéresse ici à l'axe Y qui met en mouvement le coulisseau 1, sur lequel est fixée l'outil, par rapport au bâti 0. Le coulisseau 1 est mis en mouvement par un moteur électrique qui délivre un couple moteur $C_m(t)$.

On note p le pas de vis.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Définir la loi entrée-sortie entre la vitesse de translation du coulisseau et la vitesse de rotation du moteur.



Corrigé voir 2.

02 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Exercice 170 – Calcul de moment★

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(B, \overrightarrow{F}\right)}$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(O, \overrightarrow{F}\right)}$.

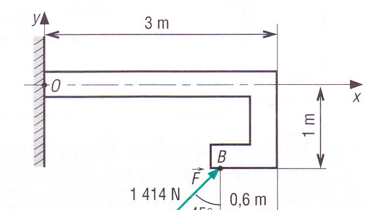


Fig. 25

Corrigé voir 2.

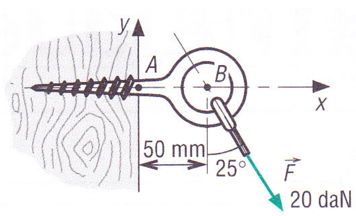
02 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Exercice 169 – Calcul de moment★

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(B, \overrightarrow{F}\right)}$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(A, \overrightarrow{F}\right)}$.



Corrigé voir ??.

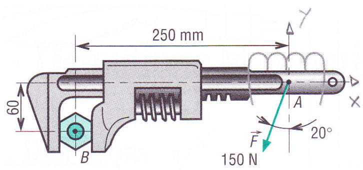
02 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Exercice 168 – Calcul de moment★

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(A, \overrightarrow{F}\right)}$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(B, \overrightarrow{F}\right)}$.



Corrigé voir 2.

02 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Exercice 167 – Calcul de moment★

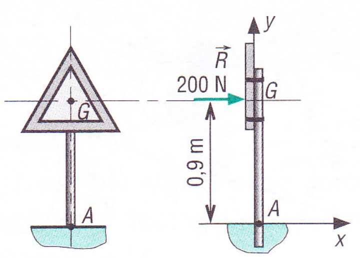
Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(B, \overrightarrow{F}\right)}$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(O, \overrightarrow{F}\right)}$.

Exercice 166 – Calcul de moment⋆

02 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.



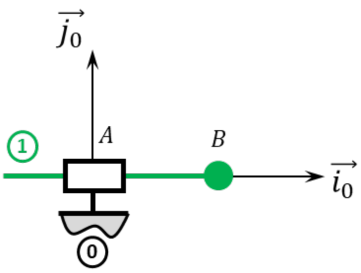
Question 1 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(G,\overrightarrow{R}\right)}$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\mathcal{M}\left(A,\overrightarrow{R}\right)}$.

Corrigé voir 2.

Exercice 165 – Mouvement T – ⋆

03 STAT



Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB}=\lambda(t)\overrightarrow{i_0}$. On note m_1 la masse du solide **1**. On note G le centre d'inertie de **1** tel que $\overrightarrow{BG}=\ell\,\overrightarrow{j_1}$. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g}=-g\,\overrightarrow{i_0}$. Un vérin pneumatique positionné entre **1** et **0** permet de maintenir **1** en équilibre.

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le vérin pour maintenir **1** en équilibre.

Éléments de correction

Indications :

1. .
2. $\left\{\mathcal{F}\left(0\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} Y_{01}\overrightarrow{j_1}+Z_{01}\overrightarrow{k_1}\\ L_{01}\overrightarrow{i_1}+M_{01}\overrightarrow{j_1}+N_{01}\overrightarrow{k_1}\end{array}\right\}_A$, $\left\{\mathcal{F}\left(\text{pes}\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} -m_1 g\,\overrightarrow{i_1}\\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_G$, $\left\{\mathcal{F}\left(\text{ver}\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} F_v\,\overrightarrow{i_1}\\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_G$.
3. $\left\{\mathcal{F}\left(0\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} Y_{01}\overrightarrow{j_1}\\ N_{01}\overrightarrow{k_1}\end{array}\right\}_A$, $\left\{\mathcal{F}\left(\text{pes}\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} -m_1 g\,\overrightarrow{i_1}\\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_G$, $\left\{\mathcal{F}\left(\text{ver}\rightarrow 1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{c} F_v\,\overrightarrow{i_1}\\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_G$.
4. TRS suivant $\overrightarrow{i_0}$.

Corrigé voir 2.

Exercice 164 – Mouvement R ⋆

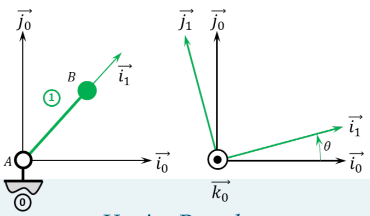
03 STAT

03 STAT

B2-15

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB}=R\,\overrightarrow{i_1}$ avec $R=20\,\text{mm}$. La liaison pivot est motorisée par un moteur dont l'action mécanique sur **1** est donnée par $\overrightarrow{C_m}=C_m\overrightarrow{k_0}$. On note m_1 la masse du solide 1 et B son centre d'inertie. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g}=-g\,\overrightarrow{j_0}$.

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.



Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le moteur pour maintenir **1** en équilibre.

Éléments de correction

Indications :

1. .
2. $\{\mathscr{F}(0\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} X_{01}\overrightarrow{i_1}+Y_{01}\overrightarrow{j_1}+Z_{01}\overrightarrow{k_1} \\ L_{01}\overrightarrow{i_1}+M_{01}\overrightarrow{j_1}\end{array}\right\}_A$, $\{\mathscr{F}(\text{pes}\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} -m_1 g\overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_B$, $\{\mathscr{F}(\text{Mot}\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m\overrightarrow{k_0}\end{array}\right\}_A$.
3. $\{\mathscr{F}(0\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} X_{01}\overrightarrow{i_1}+Y_{01}\overrightarrow{j_1} \\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_A$, $\{\mathscr{F}(\text{pes}\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} -m_1 g\overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}_B$, $\{\mathscr{F}(\text{Mot}\rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m\overrightarrow{k_0}\end{array}\right\}_A$.
4. TMS en A en projection sur $\overrightarrow{k_0}$.

Corrigé voir 4.

03 STAT

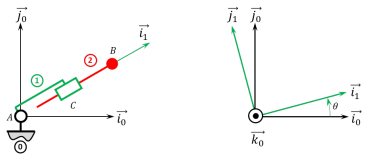
Exercice 163 – Mouvement RT ★

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{AC} = R\overrightarrow{i_1}$. De plus :

- G_1 désigne le centre d'inertie de **1** et $\overrightarrow{AG_1} = L_1\overrightarrow{i_1}$, on note m_1 la masse de **1** ;
- $G_2 = B$ désigne le centre d'inertie de **2**, on note m_2 la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un vérin électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

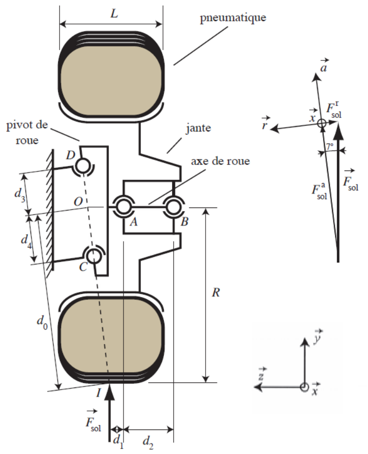
Question 5 Proposer une démarche permettant de déterminer les efforts inconnus dans les liaisons.

Corrigé voir 4.

03 STAT

Exercice 162 – Suspension automobile ★★

On s'intéresse à la liaison entre l'axe de la toue et le châssis du véhicule. Les notations adoptées seront les suivantes : F_C^a (respectivement F_C^r, F_C^x) désignera la composante suivant $\overrightarrow{a}$ (respectivement $\overrightarrow{r}$, $\overrightarrow{x}$) de l'effort extérieur exercé en C. On procédera de même pour le point D. Le pneumatique et la jante appartiennent à la même classe d'équivalence cinématique.



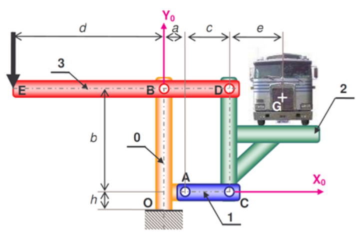
Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Peut-on résoudre complètement le système ? Pourquoi ?

Corrigé voir 5.

03 STAT

Exercice 161 – Pèse camion ★★



On considère un bâti **0** auquel est attaché le repère $\mathcal{R} = \left(O;\overrightarrow{x_0};\overrightarrow{y_0};\overrightarrow{z_0}\right)$. Le champ de pesanteur est $g = -g\overrightarrow{y_0}$.La barre **1** est liée au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(A,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le plateau porte camion **2** est lié à la barre **1** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(C,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le levier **3** est lié au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(B,\overrightarrow{z_0}\right)$. Ce levier est également lié au plateau **2** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(D,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le camion **4**, de centre de masse G et de masse M inconnue, repose sur le plateau **2**.

L'action mécanique connue est caractérisée par : $\{\text{ext} \to 3\} = \left\{\begin{array}{c} -F\overrightarrow{y_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_E$.

Question 1 Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

Question 2 Donner la stratégie permettant de déterminer la valeur de F en fonction de M.

Corrigé voir 2.