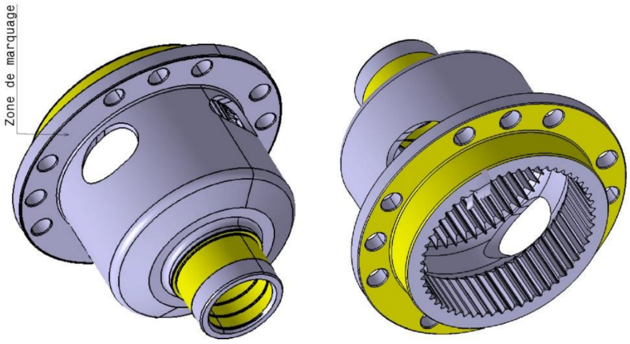
Exercice 1 – Boitier différentiel⋆

[redacted]

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit la pièce suivante.



Question 1 *Proposer une gamme de fabrication, de l'élaboration du brut à la finition.*

Le dessin de défintion précise les notes suivantes.

Nota:
Matière : 18CrNiMo7-6 Selon norme NF EN10084
1. Etat de livraison : Recuit 200HB environ
2. Traitement thermique :
2.1 Cémentation profondeur : 0.7/0.9mm pour une dureté superficiel de 720-760HV
2.2 Trempe + Revenu pour :
- Si pièce à engrenage : dureté racine de dent 365-415HV
- Si pièce sans engrenage : dureté à coeur à 7mm de la surface : 365-415HV
3. Contrôle :
- Contrôle destructif si pièce à engrenage : 1 pièce/lot
- filiation de dureté **Flanc + pied de dent**
- mesure de dureté **Racine de dent**
ou
- Contrôle non destructif si pièce sans engrenage : 1 pièce/lot
- **dureté superficielle**

Question 2 *18CrNiMo7-6 désigne l'acier avec lequel est construit la pièce. Qu'est-ce qu'un acier ?*

Question 3 *Avant usinage la pièce est livrée avec un état Recuit 200HB. Que signifie 200 HB ? Détailler l'essai permettant d'obtenir cette valeur.*

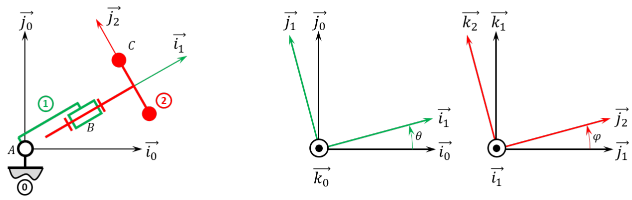
Question 4 *La dureté à coeur à 7mm de la surface doit être comprise entre 365 et 415 HV? Que signifie cette indication ? Détailler l'essai permettant d'obtenir cette valeur.*

Corrigé voir 1.

Exercice 2 – Mouvement RR 3D ⋆

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\,\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BC} = \ell\,\overrightarrow{i_2} + r\,\overrightarrow{j_2}$. On note $R+\ell = L = 20\,\text{mm}$ et $r = 10\,\text{mm}$.



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

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

Question 3 *Donner le torseur cinématique $\{\mathscr{V}(2/0)\}$ au point C.*

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

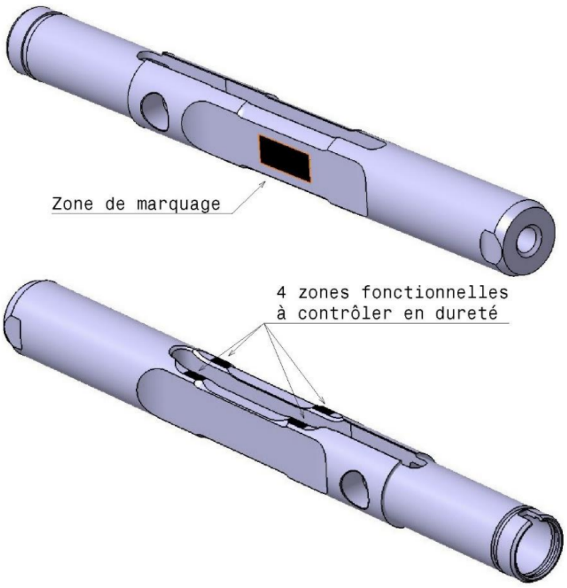
Corrigé voir ??.

Exercice 3 – Axe de commande ⋆

[redacted]

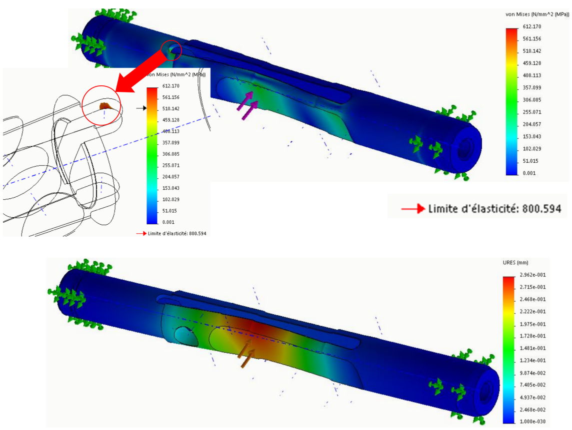
Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit la pièce suivante.



Question 1 *Proposer une gamme de fabrication, de l'élaboration du brut à la finition.*

Avant usinage de la pièce, une simulation a été réalisée pour voir les contraintes et déplacements engendrés sur la pièce.



Question 2 *La pièce a été réalisée en acier. Qu'est-ce qu'un acier ? Qu'est-ce qu'une fonte ?*

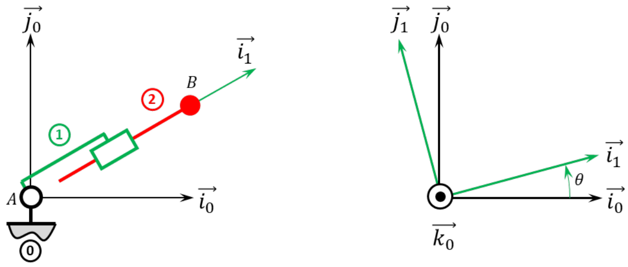
Question 3 *La limite d'élasticité est de* 800 Mpa. *Que cela signifie-t-il ? Détailler l'essai permettant d'obtenir cette valeur.*

Corrigé voir 3.

Exercice 4 – 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 $\{\mathscr{V}(2/0)\}$ au point B.*

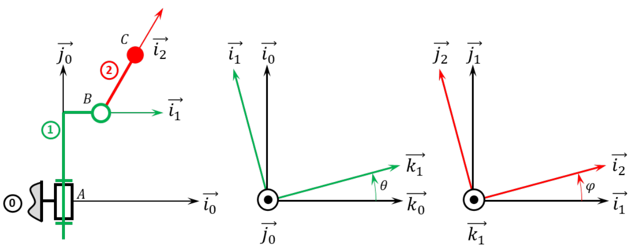
Question 4 *Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(B,2/0)}$.*

Corrigé voir 4.

Exercice 5 – Mouvement RR 3D ⋆

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = H\overrightarrow{j_1} + R\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BC} = L\overrightarrow{i_2}$. On a $H = 20$ mm, $r = 5$ mm, $L = 10$ mm.



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

Question 2 *Déterminer $\overrightarrow{V(C,2/0)}$ par composition du vecteur vitesse.*

Question 3 *Donner le torseur cinématique $\{\mathscr{V}(2/0)\}$ au point C.*

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

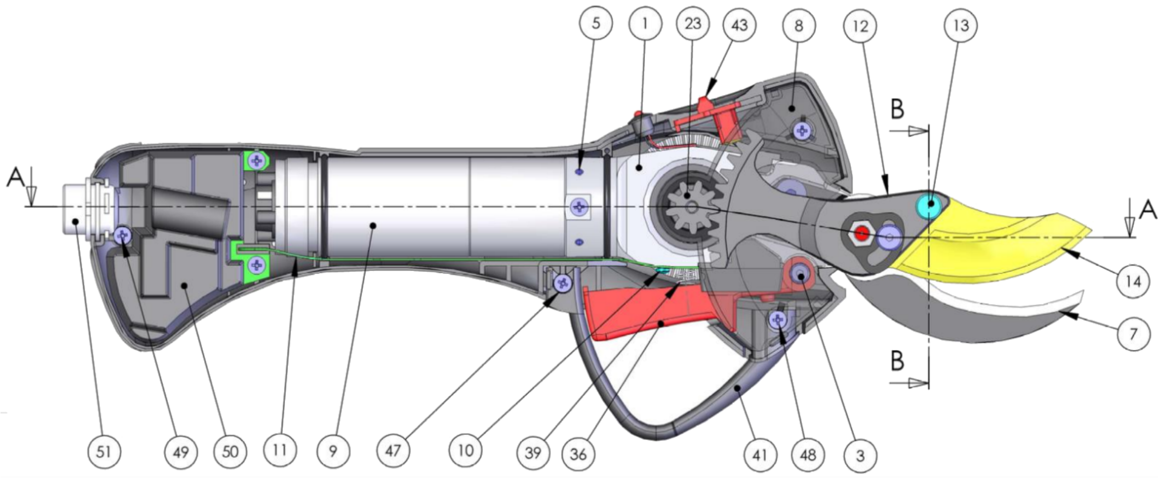
Corrigé voir 5.

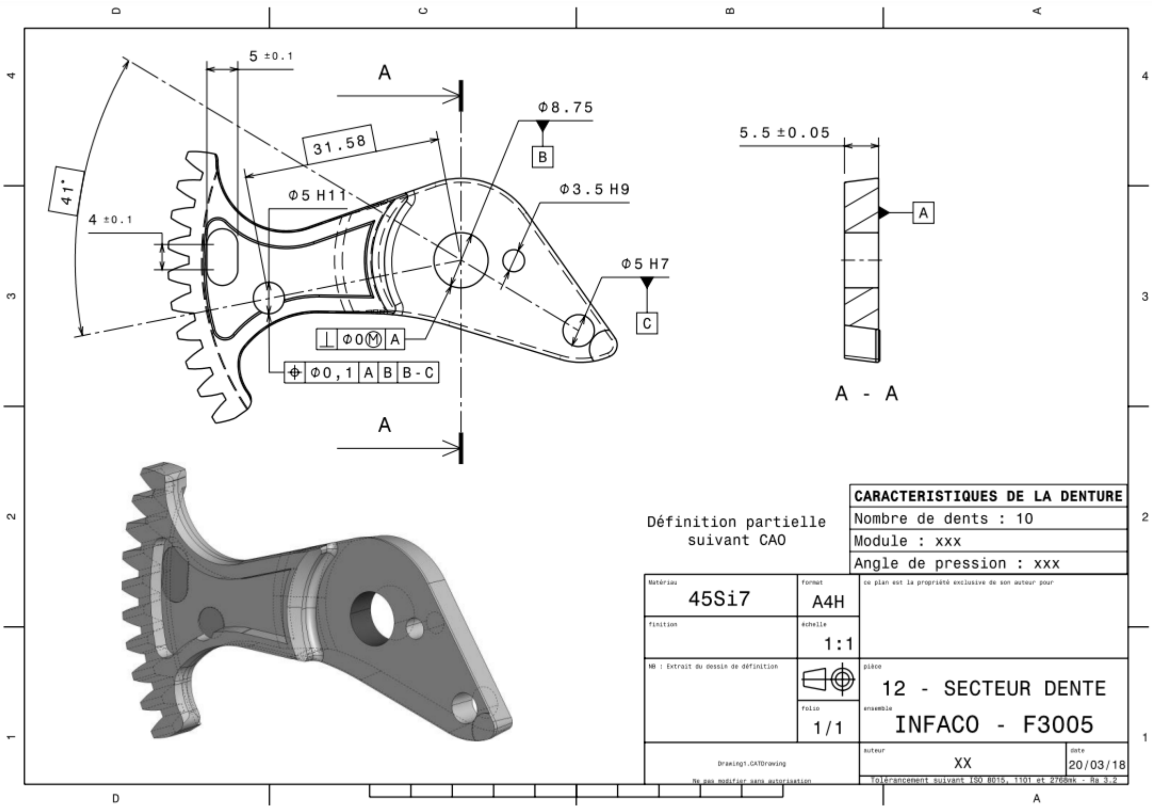
Exercice 6 – Sécateur ★

[redacted]

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit la pièce suivante.





Question 1 *Proposer une gamme de fabrication, de l'élaboration du brut à la finition.*

Question 2 *La pièce a été réalisée en alliage d'aluminium. Justifier ce choix.*

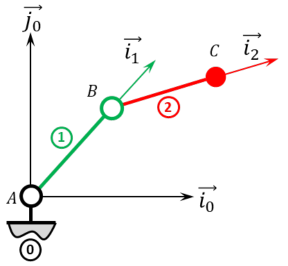
Question 3 *La fatigue est un des critères de dimensionnement de cette pièce. Décrire cet essai.*

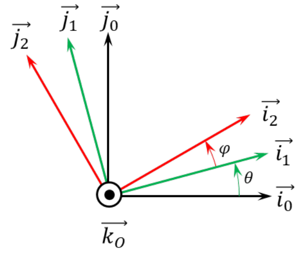
Corrigé voir 6.

Exercice 7 – Mouvement RR ⋆

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\overrightarrow{i_1}$ avec $R = 20\,\text{mm}$ et $\overrightarrow{BC} = L\overrightarrow{i_2}$ avec $L = 15\,\text{mm}$.





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

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

Question 3 *Donner le torseur cinématique $\{\mathscr{V}(2/0)\}$ au point C.*

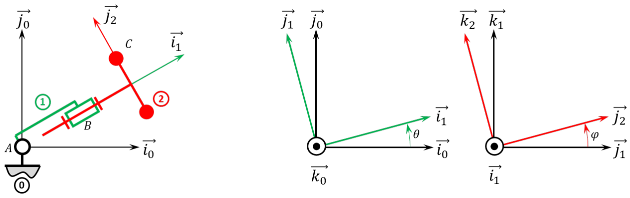
Question 4 *Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C,2/0)}$.*

Corrigé voir 7.

Exercice 8 – Mouvement RR 3D ⋆

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\,\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BC} = \ell\,\overrightarrow{i_2} + r\,\overrightarrow{j_2}$. On note $R+\ell = L = 20\,\text{mm}$ et $r = 10\,\text{mm}$.



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

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

Question 3 *Donner le torseur cinématique $\{\mathscr{V}(2/0)\}$ au point C.*

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

Corrigé voir **??**.

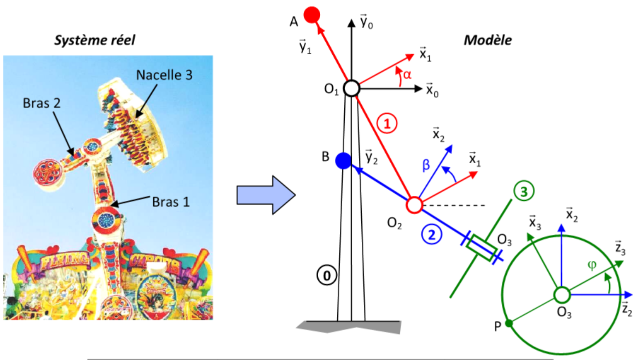
TD 02

Magic Arms

Florestan Mathurin

Savoirs et compétences :

La manège Magic Arms dont la modélisation ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel est composé d'une structure métallique d'environ 12 m de haut avec deux bras mobiles. Les passagers s'assoient sur 39 pièces disposées sur une plate-forme tournante. Dès que tous les passagers sont assis et attachés, la nacelle tourne autour de son axe, le bras principal (bras **1**) et le bras secondaires (bras **2**), liés l'un à l'autre au début du cycle, commencent à tourner. Après 9 secondes, le maximum de hauteur est atteint et les deux bras se désindexent et se mettent à tourner indépendamment l'un de l'autre. Tous les mouvements sont pilotés par ordinateur.



Exigences techniques	Critère	Niveau
Exigence 1.2	Accélération subie par le passager	2,5g maxi

Le manège, schématisé ci-dessus, comporte :

- un bras principal **1** assimilé à une barre AO_1O_2. Il est en liaison pivot parfait d'axe $(O_1, \overrightarrow{z_1})$ caractérisée par le paramètre α avec le bâti **0**. On pose $\overrightarrow{O_1O_2} = -l_1\overrightarrow{y_1}$;
- un bras secondaire 2 assimilé à une barre BO_2O_3. Il est en liaison pivot parfait d'axe $(O_2, \overrightarrow{z_2})$ caractérisée par le paramètre β avec le bras principal **1**. On pose $\overrightarrow{O_2O_3} = -l_2\overrightarrow{y_2}$;
- une nacelle **2** assimilée à un disque de centre O_3 et de rayon R. Elle est en liaison parfaite d'axe $(O_3, \overrightarrow{y_2})$ caractérisée par le paramètre φ avec le bras **2**. On s'intéresse plus particulièrement à un passager considéré comme un point matériel P tel que $\overrightarrow{O_3P} = -R\overrightarrow{z_3}$.

Question 1 *Construire les figures planes associées au schéma cinématique.*

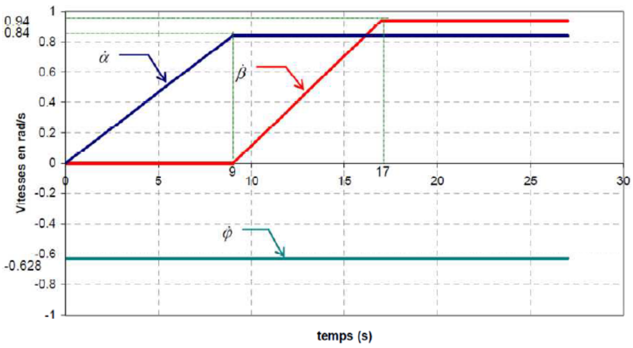
Question 2 *Calculer* $\overrightarrow{\Omega(1/0)}$, $\overrightarrow{\Omega(2/1)}$ *et* $\overrightarrow{\Omega(3/2)}$.

Question 3 *Calculer* $\overrightarrow{\Omega(2/0)}$ *et* $\overrightarrow{\Omega(3/0)}$.

Question 4 *Calculer les produits vectoriels suivants :* $\overrightarrow{z_2}\wedge\overrightarrow{z_3}$, $\overrightarrow{x_3}\wedge\overrightarrow{x_2}$, $\overrightarrow{x_3}\wedge\overrightarrow{z_2}$, $\overrightarrow{z_2}\wedge\overrightarrow{z_1}$, $\overrightarrow{x_2}\wedge\overrightarrow{x_0}$, $\overrightarrow{x_3}\wedge\overrightarrow{z_0}$.

Question 5 *Calculer* $\overrightarrow{V(O_2,2/0)}$, $\overrightarrow{V(O_3,3/0)}$ *et* $\overrightarrow{V(P,3/0)}$.

On donne l'évolution des vitesses angulaires des moteurs du manège en fonction du temps.



Question 6 *Déterminer les valeurs des paramètres* $\dot\alpha$, $\dot\beta$ *et* $\dot\varphi$ *puis l'expression analytique des positions angulaires* $\alpha(t)$ *et* $\beta(t)$ *et* $\varphi(t)$ *dans l'intervalle de temps* $[17;27]$ *secondes en sachant qu'à l'instant* $t=17\,\text{s}$, *on a* $\alpha = 10{,}5\,\text{rad}$, $\beta = 3{,}76\,\text{rad}$ *et* $\varphi = -10{,}676\,\text{rad}$.

Question 7 *Déterminer les valeurs numériques à l'instant* $t_1 = 19{,}8$ *s de* α, β *et* φ.

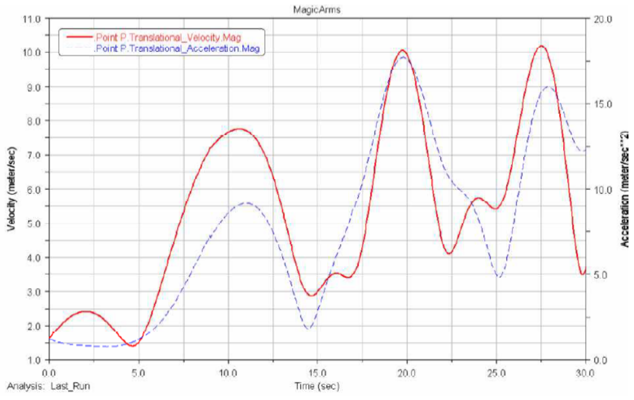
Question 8 *On pose* $\overrightarrow{V(P,3/0)} = V_{x2}\overrightarrow{x_2} + V_{y2}\overrightarrow{y_2} + V_{z2}\overrightarrow{z_2}$. *Déterminer les expressions littérales de* V_{x2}, V_{x2}, V_{z2} *puis les valeurs numériques de à* $t_1 = 19{,}8$ *s.*
(On donne : $l_1 = 3{,}9$ *m*, $l_2 = 2{,}87$ *m*, $R = 2{,}61$ *m*.)

Question 9 *Calculer* $\overrightarrow{\Gamma(P\in 3/0)}$.

Question 10 *Calculer* $\overrightarrow{\Gamma(P\in 3/0)}$ *dans l'intervalle de temps* $[17;27]$ *secondes pour lequel les vitesses angu-*

laires sont constantes.

Le graphe ci-dessous, obtenu par simulation numérique, présente le module de la vitesse du passager P par rapport au bâti 0 ainsi que le module de l'accélération du passager P par rapport au bâti 0 en fonction du temps.



Question 11 *Comparer les résultats obtenus à la question 6 à ceux du graphe pour le temps $t_1 = 19,8\ s$..*

Question 12 *Relever l'accélération maximale subie par le passager et conclure vis-à-vis du CdCF.*

Rév – Stat

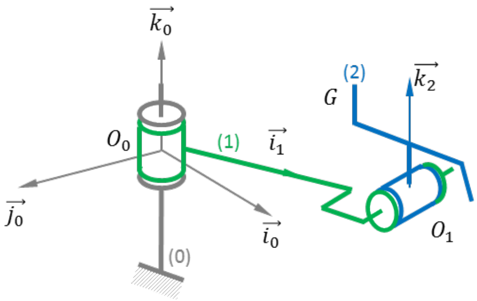
TD 01

Centrifugeuse humaine

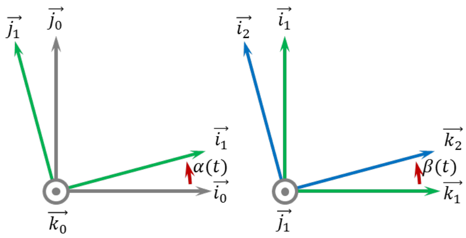
Xavier Pessoles

Savoirs et compétences :

Afin d'analyser les effets de l'accélération sur le corps humaine, le CNRS / MEDES a développé une centrifugeuse humaine. On donne ci-dessous la modélisation cinématique de la centrifugeuse.



Le paramétrage de la centrifugeuse est donnée ci dessous :



Les paramètres constants du système sont les suivants :

- $\overrightarrow{O_0O_1} = a\,\overrightarrow{i_1}$;
- $\overrightarrow{O_1G} = b\,\overrightarrow{i_2} + c\,\overrightarrow{k_2}$.

Trajectographie

Question 1 *Donner la trajectoire du point G dans le repère $\mathcal{R}_0$.*

Cinématique

Question 2 *Calculer $\overrightarrow{V(G, S_2/S_0)}$.*

Accélération

Question 3 *Calculer $\overrightarrow{\Gamma(G, S_2/S_0)}$.*

TD 05

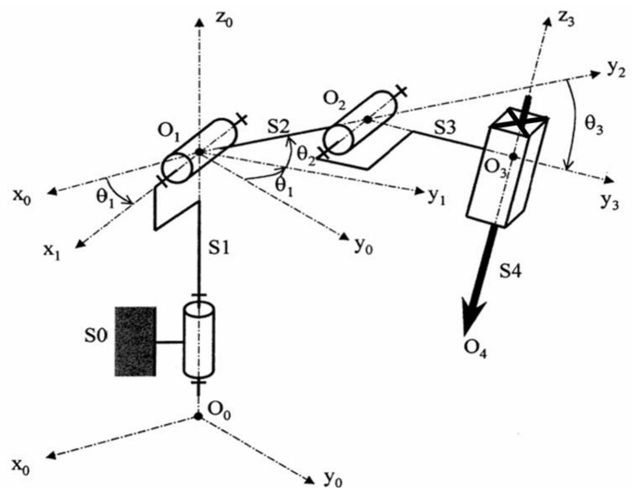
Robot de peinture ★

Pôle Chateaubriand - Joliot Curie

Savoirs et compétences :

Mise en situation

On s'intéresse à un robot soudeur dont le schéma cinématique lié à cette étude est proposé ci-dessous. Sur ce schéma, les « flèches » au dessus des vecteurs unitaires ne sont pas représentées.



Ce robot est constitué de cinq solides :

- le bâti 0, fixé au sol de l'atelier, de repère associé $\mathcal{R}_0 = \left(O_0, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}\right)$ tel que $\overrightarrow{z_0}$ vertical ascendant;
- le fût 1, de repère associé $\mathcal{R}_1 = \left(O_1, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1}\right)$ tel que $\overrightarrow{z_1} = \overrightarrow{z_0}$;
- le bras 2, de repère associé $\mathcal{R}_2 = \left(O_2, \overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{z_2}\right)$ tel que $\overrightarrow{x_1} = \overrightarrow{x_2}$;
- l'avant-bras 3, de repère associé $\mathcal{R}_3 = \left(O_3, \overrightarrow{x_3}, \overrightarrow{y_3}, \overrightarrow{z_3}\right)$ tel que $\overrightarrow{x_2} = \overrightarrow{x_3}$;
- la buse 4, de repère associé $\mathcal{R}_4 = \left(O_4, \overrightarrow{x_4}, \overrightarrow{y_4}, \overrightarrow{z_4}\right)$ tel que $\mathcal{B}_4 = \mathcal{B}_3$.

Chaque articulation possède son propre actionneur, le mouvement qui lui est associé peut donc être réalisé indépendamment des autres.

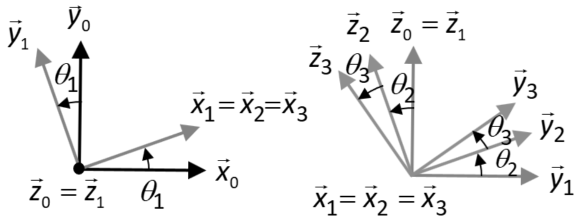
Paramètres du mouvement :

- $\theta_1 = \left(\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}\right)$;
- $\theta_2 = \left(\overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{y_2}\right)$;
- $\theta_3 = \left(\overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{y_3}\right)$;
- $\overrightarrow{O_3O_4} = \lambda \overrightarrow{z_3}$.

Caractéristiques géométriques :

- $\overrightarrow{O_0O_1} = L_1 \overrightarrow{z_0}$;
- $\overrightarrow{O_1O_2} = L_2 \overrightarrow{y_2}$;
- $\overrightarrow{O_2O_3} = L_3 \overrightarrow{y_3}$.

Les figures de changement de base sont donnés ci-dessous.



On donne ci-dessous un extrait du cahier des charges :

- exigence 1 : afin d'assurer la sécurité de l'environnement, la buse doit rester en permanence à l'intérieur d'une sphère de centre O_0 et de rayon R.
- exigence 2 : en phase d'utilisation normale, la buse doit se déplacer par rapport au bâti suivant la droite $\left(O_0, \overrightarrow{y_0}\right)$: réalisation d'un cordon de soudure linéaire.
- exigence 3 : pour que le cordon de soudure linéaire suivant $\overrightarrow{y_0}$ soit correctement réalisé, l'orientation de la buse 4 par rapport à la direction verticale doit être constante, et la vitesse de la buse doit être constante : V.

Objectif Déterminer les relations à imposer entre les valeurs instantanées des paramètres de mouvement et de leurs dérivées lors de la réalisation d'un cordon de soudure.

Question 1 *Préciser une condition sur le vecteur position du point O_4 dans le repère lié à 0 qui traduit l'exigence Ex1 du cahier des charges. En déduire une relation à imposer aux paramètres de mouvement.*

Question 2 *Préciser deux conditions sur le vecteur position du point O_4 dans le repère lié à 0 qui traduisent l'exigence Ex2 du cahier des charges. En déduire une relation à imposer aux paramètres de mouvement.*

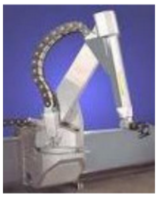
Question 3 *Déterminer le torseur $\{\mathcal{V}(4/0)\}$ au point O_4 puis calculer $\overrightarrow{\Gamma(O_4, 4/0)}$.*

Question 4 *Déterminer le torseur $\{\mathcal{V}(4/0)\}_{impose}$ qui traduit l'exigence Ex3.*

Question 5 *On se place dans le cas où le moteur de l'articulation entre 0 et 1 est arrêté dans la position* $\theta_1 = 0$*, traduire alors la condition* $\{\mathcal{V}(4/0)\} = \{\mathcal{V}(4/0)\}_{impose}$ *en deux relations vectorielles.*

Question 6 *En déduire 3 relations scalaires imposées entre les paramètres de mouvement et/ou leurs dérivées.*

TD 04



Robot de peinture ★

Pôle Chateaubriand - Joliot Curie

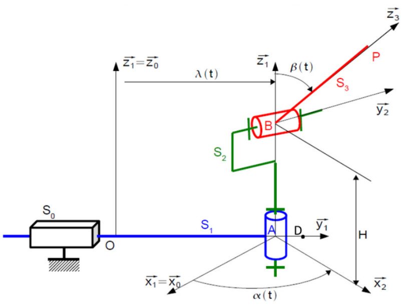
Savoirs et compétences :

Robot de peinture

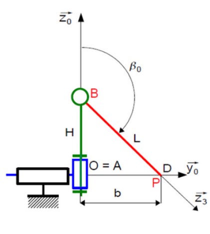
On étudie un robot de peinture de voiture. Ce robot se déplace par rapport à une carrosserie de voiture, et projette dessus de la peinture. L'objectif est de déterminer les lois du mouvement du robot, pour lui permettre de vérifier le critère de vitesse de déplacement relatif (entre le robot et la carrosserie de voiture) du cahier des charges.

Exigences techniques	Critère	Niveau
1.7	Vitesse de déplacement relatif	Vitesse constante

La modélisation cinématique du robot est donnée sur la figure suivante :



Shéma cinématique du robot



Position médiane (P est en D)
(et A en O)

Le chariot S_1, auquel on associe le repère $\mathcal{R}_1\left(A,\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1}\right)$ est en mouvement de translation de direction $\overrightarrow{y_0}$ par rapport au bâti S_0 de repère $\mathcal{R}_0\left(A,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0}\right)$.

Le corps S_2, auquel on associe le repère $\mathcal{R}_2\left(A,\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2}\right)$ est en mouvement de rotation autour de l'axe $(B,\overrightarrow{z_0})$ avec le chariot S_1.

Le bras S_3, auquel on associe le repère $\mathcal{R}_3\left(B,\overrightarrow{x_3},\overrightarrow{y_3},\overrightarrow{z_3}\right)$ est en mouvement de rotation autour de l'axe $(B,\overrightarrow{y_2})$ avec le corps S_2.

Question 1 *Construire les figures planes de repérage/paramétrage.*

Question 2 *Exprimer les vecteurs vitesse instantanée de rotation* $\overrightarrow{\Omega(1/0)}$, $\overrightarrow{\Omega(2/1)}$, $\overrightarrow{\Omega(3/2)}$ *et* $\overrightarrow{\Omega(3/0)}$.

Question 3 *Déterminer* $\overrightarrow{V(P,3/0)}$.

Question 4 *Déterminer* $\overrightarrow{\Gamma(P,3/0)}$.

Question 5 *Déterminer* $\overrightarrow{\Gamma(P,3/0)}\cdot\overrightarrow{x_0}$.

Question 6 *Calculer les produits vectoriels et scalaires suivants :* $\overrightarrow{z_3}\wedge\overrightarrow{x_2}$ *et* $\overrightarrow{z_3}\cdot\overrightarrow{x_2}$, $\overrightarrow{z_3}\wedge\overrightarrow{y_1}$ *et* $\overrightarrow{z_3}\cdot\overrightarrow{y_1}$.

On a $\overrightarrow{OD}=b\,\overrightarrow{y_0}$ avec $b=\sqrt{L^2-H^2}$. On désire que P décrive la droite $(D,\overrightarrow{x_0})$ à vitesse constante V, conformément au cahier des charges.

Question 7 *Représenter sur une figure dans le plan* $(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0})$, *puis sur une figure dans le plan* $(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0})$, *les positions des points* O, D, A, B *et* P *du robot lorsque celui-ci est en position extrême (*A *est en* D*).*

Question 8 *Traduire, à l'aide de l'expression de* $\overrightarrow{V(P,3/0)}$ *le fait que* P *se déplace à la vitesse* V *selon* $\overrightarrow{x_0}$. *En déduire* $\dot\beta$.

Question 9 *Exprimer alors* $\dot\lambda$ *et* $\dot\alpha$ *en fonction de* L, V, α *et* β_0.

Question 10 *A l'aide de la figure précédente, exprimer* β_0 *en fonction de* b *et* L.

Question 11 *Exprimer* $\dot\lambda$ *et* $\dot\alpha$ *en fonction de* V, b *et* α.