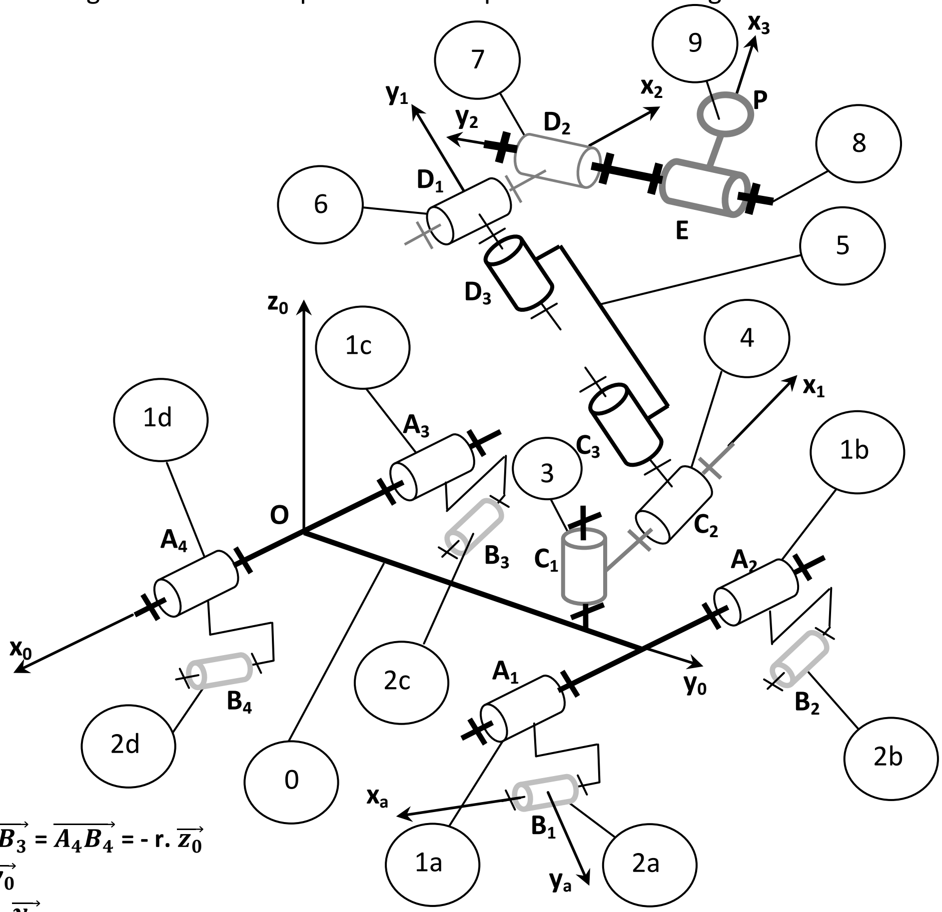
Contrôle continu de statique

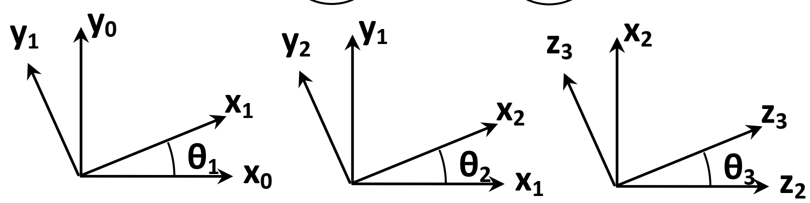
Robot TC200 Tecdron

Dans l'industrie, il est désormais possible d'associer des tâches robotisées et des tâches manuelles. Après l'essor des robots collaboratifs, Tecdron, entreprise Française basée à La Rochelle, propose une base mobile nommée TC200, capable de recevoir différents types de bras robotisés dont des bras collaboratifs mais aussi de se déplacer de manière autonome dans un environnement industriel complexe composé de robots et d'humains. Afin de respecter la confidentialité de ce système, les données et résultats présentés dans ce sujet sont approchés et limitatifs par rapport à la solution industrielle réelle.
Le robot TC200 est utilisé dans le cadre du vissage automatisé de pièces d'avionique dans une carlingue

0 : Chassis base
1a, 1b, 1c, 1d : Roue
2a, 2b, 2c, 2d : Rouleau
3 : Base bras
4 : Articulation bras inférieur
5 : Bras inférieur
6 : Articulation bras supérieur
7 : Support bras supérieur
8 : Bras supérieur
9 : Effecteur

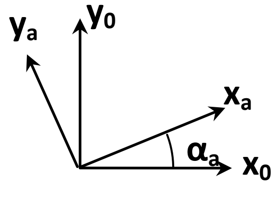


$\overrightarrow{A_2A_1} = \overrightarrow{A_3A_4} = 2a.\overrightarrow{x_0}$; $\overrightarrow{A_1B_1} = \overrightarrow{A_2B_2} = \overrightarrow{A_3B_3} = \overrightarrow{A_4B_4} = -r.\overrightarrow{z_0}$
$\overrightarrow{A_1C_1} = -a.\overrightarrow{x_0} - b_1.\overrightarrow{y_0}$; $\overrightarrow{A_2C_1} = a.\overrightarrow{x_0} - b_1.\overrightarrow{y_0}$
$\overrightarrow{A_3C_1} = -a.\overrightarrow{x_0} + b_2.\overrightarrow{y_0}$; $\overrightarrow{A_4C_1} = -a.\overrightarrow{x_0} + b_2.\overrightarrow{y_0}$
$\overrightarrow{C_1C_2} = b.\overrightarrow{x_1}$; $\overrightarrow{D_1D_2} = b.\overrightarrow{x_1}$
$\overrightarrow{C_2C_3} = \overrightarrow{D_1D_3} = \overrightarrow{0}$
$\overrightarrow{C_3D_3} = L\,\overrightarrow{y_1}$
$\overrightarrow{D_2E} = -d\,\overrightarrow{y_2}$; $\overrightarrow{EP} = e\,\overrightarrow{x_3}$
$\overrightarrow{OC_1} = L_1.\overrightarrow{y_0}$



En P , il s'applique l'action :

$$\left\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\right\} = \underset{P}{\left\{\begin{matrix} \overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}} = X_P.\overrightarrow{y_0} + Y_P.\overrightarrow{y_0} + Z_P.\overrightarrow{z_0} \\ \overrightarrow{M_{P(ext\to 9)}} = \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}}_{(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}$$



En B_1, B_2, B_3, B_4 , il s'applique les actions de contact sur les rouleaux :

$$\left\{\mathcal{T}_{B_i(sol\to 2j)}\right\} = \underset{B_i}{\left\{\begin{matrix} T_{B_i}.\overrightarrow{y_a} + N_{B_i}.\overrightarrow{z_0} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}}_{(\overrightarrow{x_j},\overrightarrow{y_j},\overrightarrow{z_0})} \quad i \in [1, 2, 3, 4] \text{ et } j \in [a, b, c, d]$$

En G (centre de gravité du système complet) s'applique le poids de l'ensemble :

$$\{\mathcal{T}_{G\,(g\to E)}\} = {}_{G}\begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}} = -\,M_E.g.\overrightarrow{z_0} \\ \overrightarrow{M_{P(ext\to 9)}} = \overrightarrow{0} \end{Bmatrix}_{(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}$$

avec M_E = Masse de l'ensemble ; $\overrightarrow{OG} = a_G.\overrightarrow{x_0} + b_G.\overrightarrow{y_0}$

<u>Questions</u>

1) Réaliser le graphe des liaisons du mécanisme (indiquer les noms des liaisons, leur centre et leur axe principal) (on ne représentera qu'une seule roue et qu'un seul rouleau dans le graphe)

2) Ecrire le vecteur $\overrightarrow{D_2E}$ dans la base ($\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}$)

3) Ecrire le torseur $\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\}$ au point D_2
(on notera le moment de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ **en D_2 :** $\overrightarrow{M_{D_2(R_P)}} = L_{D_2}\overrightarrow{x_0} + M_{D_2}\overrightarrow{y_0} + N_{D_2}\overrightarrow{z_0}$ et on exprimera les composantes L_{D_2} , M_{D_2} , N_{D_2} en fonction des composantes de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ et des donnée géométriques)

4) Ecrire le vecteur $\overrightarrow{D_1D_2}$ dans la base ($\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}$)

5) Ecrire le torseur $\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\}$ au point D_1
(on notera le moment de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ **en D_1 :** $\overrightarrow{M_{D_1(R_P)}} = L_{D_1}\overrightarrow{x_0} + M_{D_1}\overrightarrow{y_0} + N_{D_1}\overrightarrow{z_0}$ et on exprimera les composantes L_{D_1} , M_{D_1} , N_{D_1} en fonction des composantes de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ et des donnée géométriques)

6) Ecrire le vecteur $\overrightarrow{C_1D_1}$ dans la base ($\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}$)

7) Ecrire le torseur $\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\}$ au point C_1
(on notera le moment de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ **en C_1 :** $\overrightarrow{M_{C_1(R_P)}} = L_{C_1}\overrightarrow{x_0} + M_{C_1}\overrightarrow{y_0} + N_{C_1}\overrightarrow{z_0}$ et on exprimera les composantes $L_{C_{1P}}$, $M_{C_{1P}}$, $N_{C_{1P}}$ en fonction des composantes de $\overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}}$ et des donnée géométriques)

Pour la suite on notera l'expression de $\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\}$ en C_1 :

$$\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\} = {}_{C_1}\begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{P(ext\to 9)}} = X_P.\overrightarrow{y_0} + Y_P.\overrightarrow{y_0} + Z_P.\overrightarrow{z_0} \\ \overrightarrow{M_{P(ext\to 9)}} = L_{C_{1P}}.\overrightarrow{y_0} + M_{C_{1P}}.\overrightarrow{y_0} + N_{C_{1P}}.\overrightarrow{z_0} \end{Bmatrix}_{(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}$$

8) Ecrire le torseur de l'action de liaison au point C_1 dans la base ($\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}$)

9) Ecrire le torseur $\{\mathcal{T}_{B_1(sol\to 2a)}\}$ au point B_1 puis au point C_1

Pour la suite on notera l'expression de $\{\mathcal{T}_{B_i(sol\to 2j)}\}$ en C_1 :

$$\{\mathcal{T}_{B_i(sol\to 2j)}\} = {}_{B_i}\begin{Bmatrix} T_{B_ix}.\overrightarrow{x_0} + T_{B_iy}.\overrightarrow{y_0} + N_{B_i}.\overrightarrow{z_0} \\ M_{xB_i}.\overrightarrow{x_0} + M_{yB_i}.\overrightarrow{y_0} + M_{zB_i}.\overrightarrow{z_0} \end{Bmatrix}_{(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})} \quad \boldsymbol{i \in [1, 2, 3, 4] \text{ et } j \in [a, b, c, d]}$$

10) Ecrire le torseur de l'action de liaison au point A_1 dans la base ($\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0}$)

11) Ecrire le torseur $\{\mathcal{T}_{G\,(g\to E)}\}$ au point C_1

12) On cherche à exprimer les composantes des torseurs de contact sur les rouleaux $\{\mathcal{T}_{B_i(sol\to 2j)}\}$ en fonction de $\{\mathcal{T}_{P(ext\to 9)}\}$ et de $\{\mathcal{T}_{G\,(g\to E)}\}$. Quel solide ou ensemble de solides faut-il isoler ?

13) Isoler ce solide ou cet ensemble de solides et faire le bilan des actions qui sont appliquées

14) Appliquer le principe fondamental de la statique à l'ensemble isolé (en précisant les hypothèses et les conditions nécessaires) puis établir les équations d'équilibre.

15) Faire le bilan nombre d'inconnues / nombre d'équations . Manque-t-il des équations ? Si oui combien ?

<u>Rappels :</u>
Le torseur des actions transmissibles du solide 1 sur le solide 2 par la liaison entre 1 et 2 au point A sera noté :

$$\{\mathcal{T}_{A(1\to 2)}\} = {}_{A}\begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{A\,1\to 2}} \\ \overrightarrow{M_{A\,1\to 2}} \end{Bmatrix} = {}_{A}\begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{A\,1\to 2}} = X_{A\,12}.\vec{x} + Y_{A\,12}.\vec{y} + Z_{A\,12}.\vec{z} \\ \overrightarrow{M_{A_{1\to 2}}} = L_{A\,12}.\vec{x} + M_{A\,12}.\vec{y} + N_{A\,12}.\vec{z} \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} = {}_{A}\begin{Bmatrix} X_{A\,12} & L_{A\,12} \\ Y_{A\,12} & M_{A\,12} \\ Z_{A\,12} & N_{A\,12} \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$$