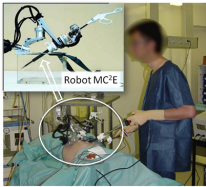


TD 01



Micromanipulateur compact pour la chirurgie endoscopique (MC²E)

Concours Commun Mines Ponts 2016

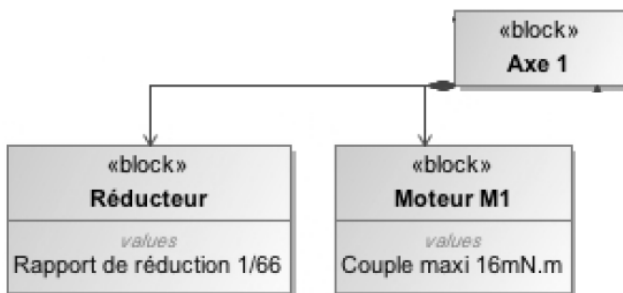
Savoirs et compétences :

Mise en situation

Le robot MC²E est utilisé par des chirurgiens en tant que troisième main lors de l'ablation de la vésicule biliaire. La cinématique du robot permet de garantir que le point d'insertion des outils chirurgicaux soit fixe dans le référentiel du patient.

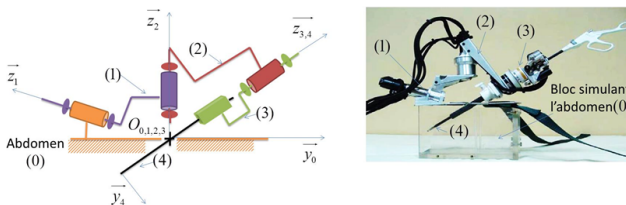
Le robot est constitué de 3 axes de rotations permettant de mettre en position une pince. La pince est animée d'un mouvement de translation permettant de tirer la vésicule pendant que le chirurgien la détache du foie.

Objectif Valider par un calcul simplifié de prédimensionnement la motorisation de l'axe 1 du MC²E.



Validation des performances statiques des motorisations

On donne ci-dessous le schéma cinématique simplifié du mécanisme.



Dans l'étude envisagée, les trois axes de rotation sont asservis en position angulaire et l'axe de translation de la pince (4) est asservi en effort. On va étudier le maintien en position réalisé par les trois axes de rotation. Dans cette phase, les trois moteurs maintiennent la position du robot le plus précisément possible et ce malgré les perturbations qu'engendrent les actions de pesanteur ainsi que les réactions dues aux efforts à l'extrémité de la pince (4).

Hypothèses

- Étant données la très faible amplitude des mouvements et leur faible évolution dans le temps, une étude quasi statique est suffisante.
- Le point $O_0 = O_{0,1,2,3}$ est supposé fixe.
- Les actions mécaniques entre l'abdomen du patient et la pince (4) en O_0 seront négligées. On considère donc qu'il n'y a pas de liaison et d'action mécanique transmissible associée.
- Les liaisons pivot et la liaison glissière sont toutes supposées parfaites (sans frottement).

Modélisation des actions mécaniques

- Le moteur **M1** et son réducteur, mettant en mouvement le solide (1) par rapport à (0), permettent d'exercer en sortie de réducteur un couple sur (1) dont le moment est noté : $\vec{C}_{m01} = C_{m01} \vec{z}_1$.
- Le moteur **M2** et son réducteur, mettant en mouvement le solide (2) par rapport à (1), permettent d'exercer en sortie de réducteur un couple sur (2) dont le moment est noté : $\vec{C}_{m12} = C_{m12} \vec{z}_2$.
- Le moteur **M3** et son réducteur, mettant en mouvement le solide (3) par rapport à (2), permettent d'exercer en sortie de réducteur un couple sur (3) dont le moment est noté : $\vec{C}_{m23} = C_{m23} \vec{z}_3$.
- On admettra que le moteur **M4** et son réducteur, mettant en mouvement la pince (4) par rapport à (3), permettent d'exercer un glisseur en O_4 de résultante $\vec{F}_{m34} = F_{m34} \vec{z}_3$.
- L'action mécanique qu'exerce l'organe du patient sur la pince (4) est modélisable par un glisseur noté $\{\mathcal{T}(\text{ext} \rightarrow 4)\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{\text{ext} \rightarrow 4} = R_{\text{ext} \rightarrow 4} \vec{z}_4 \\ 0 \end{array} \right\}_{O_4}$ où O_4 est le point de contact entre (4) et l'organe du patient.

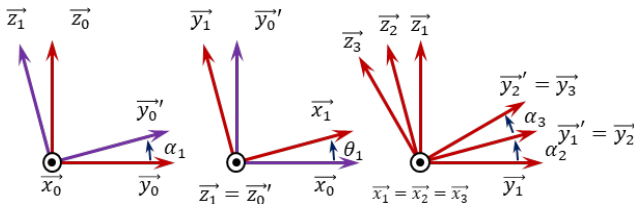
Démarche globale

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse associé au système étudié.

Question 2 Proposer la démarche (solide(s) isolé(s), théorème(s) utilisé(s)) permettant de déterminer les expressions littérales des couples C_{m01} , C_{m12} , C_{m23} , et de la résultante F_{m34} , lors de la phase de maintien statique. Les calculs ne doivent pas être développés.

Modélisation simplifiée

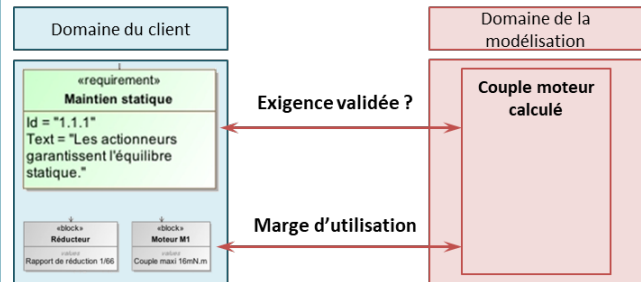
- On se place dans une configuration particulière telle que $\theta_1 = 45^\circ$ et $\theta_2 = \theta_3 = 0^\circ$. On donne pour cela les figures de calcul simplifiées.
- Le centre d'inertie équivalent de l'ensemble matériel $E=(1+2+3+4)$ est noté G . Pour la configuration étudiée, la position de G est considérée telle que $\vec{O_0G} = \ell \vec{z_2}$. La masse totale de cet ensemble est notée $M = 1.3 \text{ kg}$. On prend $\ell = 5 \text{ cm}$. Le champ de pesanteur est noté $-g \vec{z_0}$ avec (avec $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$).



Question 3 Déterminer analytiquement en fonction de g , ℓ , M , θ_1 , α_1 et α_2 , l'expression littérale de C_{m01} lors de la phase de maintien statique. Effectuer l'application numérique (avec $\alpha_1 = 70^\circ$ et $\alpha_2 = -70^\circ$).

Retour sur le cahier des charges

Question 4 En utilisant le diagramme de blocs et les résultats précédents, vérifier que l'exigence 1.1.1 peut être satisfaite. Remplir le diagramme suivant.



Corrigé résumé

- 1.
- 2.
3. $C_m = -Mg\ell \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \sin \theta_1 = 0.4 \text{ Nm}$.
- 4.

