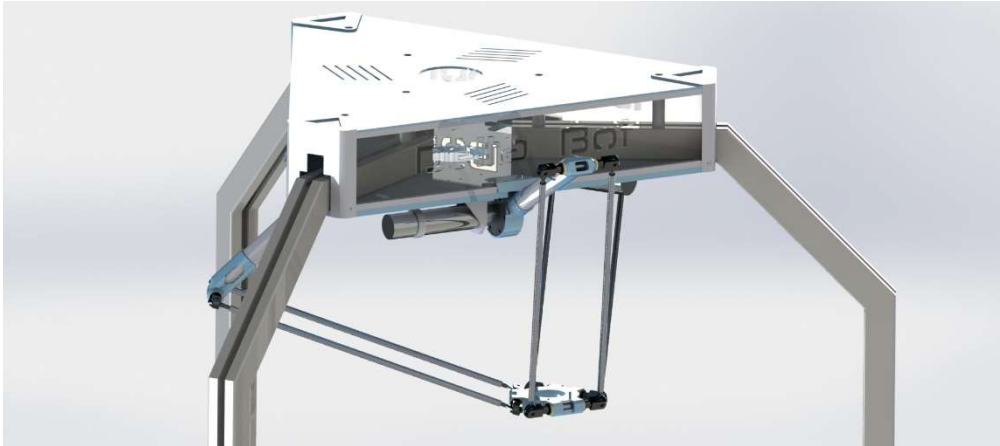


Travaux pratiques

Robot Delta pick and place

Thème : Théorie des mécanismes



Objectif : Il s'agit dans ce TP d'analyser les solutions constructives du robot et de justifier celles-ci. Vous serez également amené à trouver des dispositions singulières de ce robot, à rechercher ou éviter suivant le fonctionnement recherché du robot.

A/ Qualifications des mouvements d'entrée et sortie

- Lancer le logiciel de pilotage du robot Delta (cf procédure de démarrage).
- Après avoir connecté le robot, et effectué l'initialisation de celui-ci, passer en mode joystick.

Manipulation : Pilotage du robot au joystick

A-1/ Piloter le robot au joystick, afin de vous permettre d'identifier les mouvements d'entrée et le mouvement de sortie.

Quelles sont les natures des mouvements d'entrée ?

Quelle est la nature du mouvement de sortie ?

Quelle est la mobilité utile du mécanisme ?

B/ Analyse des liaisons

Ci-contre figure le schéma cinématique incomplet d'une chaîne complexe extraite du mécanisme.

B-1/ Compléter les liaisons manquantes sur le schéma cinématique.

B-2/ Réaliser un graphe de liaisons complet du système complet, en employant des notations en cohérence avec celles du schéma cinématique fourni.

Vous surlignerez la (ou les) boucle(s) cinématique(s) correspondant à la chaîne complexe extraite.

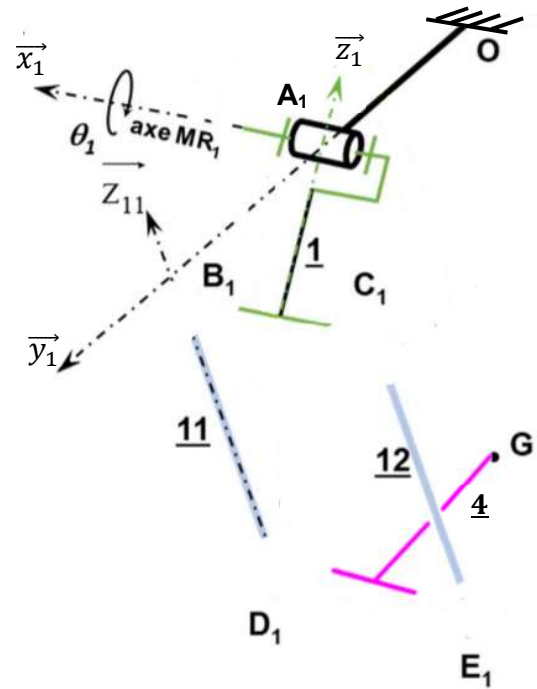


Schéma cinématique d'une chaîne complexe extraite du DeltaBot

Concernant le robot Delta, on dit qu'il appartient à la famille des robots à structure parallèle.

B-3/ Pourquoi, d'après vous, cette désignation convient-elle au robot Delta ?

Quel peut être l'avantage d'un robot à structure parallèle ?

Dans quel cas, parmi celui du robot Delta Pick and place ou du robot Delta chirurgical, cette disposition semble être particulièrement pertinente ?

C/ Analyse d'hyperstatisme

C-1/ Quelle est la mobilité interne du modèle du mécanisme étudié ? La mobilité totale ?

C-2/ En déduire le degré d'hyperstatisme du modèle du DeltaBot. Justifiez cette disposition.

D/ Analyse du mouvement de la plate-forme inférieure

La plate-forme inférieure (4) ne subit manifestement qu'un mouvement de translation. Ceci peut ne pas sembler très intuitif initialement.

D-1/ Vérifier que la plate-forme inférieure ne peut pas subir, à l'arrêt, de mouvement de rotation. On dit que le robot est à l'arrêt lorsque ses variables articulaires θ_i n'évoluent pas (c'est le cas si vous pilotez le robot au joystick... sans toucher le joystick). Pour cette question, on se contentera d'essayer de faire tourner la pièce (4) à la main, sans forcer...

D-2/ Déterminer la liaison équivalente entre 1 et 4 via 11 (ou 12)

D-3/ Déterminer la liaison équivalente entre 1 et 4. En déduire quelle composante de $\overrightarrow{\Omega(4/0)}$ est interdite par la chaîne cinématique étudiée.

D-4/ Déduisez-en une démonstration du fait que la plate-forme (4) ne peut subir que des mouvements de translation.

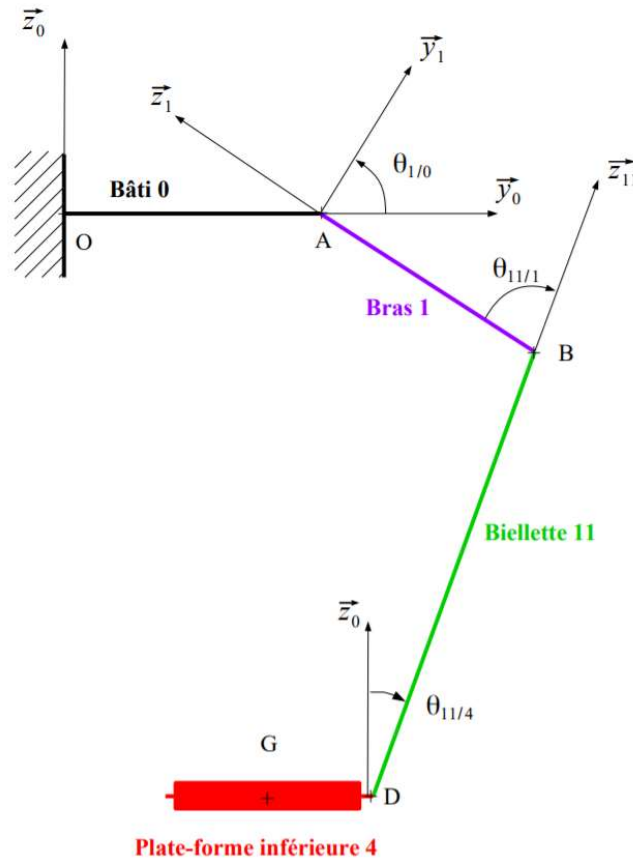
D-5/ En vous appuyant sur les raisonnements précédents, déduire une position particulière du robot, pour laquelle la plate-forme inférieure peut subir une (petite) rotation ! Vous vérifierez votre hypothèse en manipulant directement la plate-forme (4) à la main, toujours sans forcer.

D-6/ Dans la disposition particulière du DeltaBot déterminée en D-5, que devient la mobilité du mécanisme ? le degré d'hyperstatisme ?

E/ Position singulière

On appelle **position singulière** d'un système une situation dans laquelle les entrées et sorties ne peuvent être inversées. Le système est alors **irréversible**, pour une ou plusieurs positions géométriques clairement définies. On admet que le DeltaBot dispose de **deux positions singulières**.

On donne ci-dessous une modélisation plane de la cinématique du Delta Bot.



Epure géométrique du DeltaBot dans le plan d'évolution

Données : $\overrightarrow{BA} = b\vec{z}_1$; $\overrightarrow{DB} = c\vec{z}_{11}$; $\overrightarrow{AG} \cdot \vec{z} = z$

E-1/ Justifier qu'avec l'hypothèse considérée, une modélisation plane est suffisante pour déterminer les positions singulières.

E-2/ Ecrire le système de 3 équations scalaires issue d'une fermeture cinématique en A et démontrer qu'il est de la forme suivante :

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & 0 \\ b + c \cos \theta_{11/1} & -b & 0 & -\sin \theta_{1/0} \\ c \sin \theta_{11/1} & 0 & 0 & -\cos \theta_{1/0} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{\theta}_{11/4} \\ \dot{\theta}_{11/1} \\ \dot{\theta}_{1/0} \\ \dot{z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

E-3/ En déduire des conditions géométriques qui imposent $\dot{z} = 0$.

E-4/ Une des deux positions singulières identifiées peut être atteinte par le robot manipulé « à la main ». Vérifier votre prédiction...

E-5/ Voyez-vous un avantage exploitable à l'existence de cette position singulière ? Un danger ?