

Détermination des Tensions en mode statique pour un Robot à Câbles

Fouad Inel*, Billel Bouchemal** et Abdelouahab Zaatri**

* Département de génie mécanique, Université du 20 Aout, Skikda, Algérie.

** Laboratoire LATA, Département de génie mécanique, Université Mentouri,
Constantine, Algérie.

Inel fouad@yahoo.fr

RESUME:

L'objectif de ce travail consiste essentiellement à étudier et à simuler le fonctionnement d'un robot à câbles. En premier lieu, on a développé une interface graphique qui permet de simuler et de visualiser le positionnement du robot conformément aux modèles géométriques directe et inverse. En second lieu, on effectue la détermination des tensions et des longueurs des câbles nécessaires à son positionnement ainsi qu'au suivi de quelques trajectoires imposées (cercle, portion de droite, une sinusoïde).

Mots clé : robot parallèle à câbles, Modèle Géométrique directe, modèle géométrique inverse, détermination des tensions des câbles, détermination des longueurs des câbles.

PRESENTATION DU SYSTEME :

Un robot parallèle à câbles est un type particulier de robot parallèle qui utilise des liaisons constituées de câbles au lieu de vérins. Ces robots sont principalement constitués d'une base, d'une plate-forme mobile (organe terminal), des câbles reliant en parallèle la plate-forme à la base et d'un ensemble de poulies motorisées. La **Figure (1)** extraite de la référence [1] montre un exemple de robot à quatre câbles. Généralement, la base est fixe et chaque câble est attaché à une de ses extrémités de la plate-forme. Sous l'effet des moments moteurs, le câble s'enroule ou se déroule autour de la poulie permettant de contrôler la position et l'orientation de la plate-forme mobile. [1]

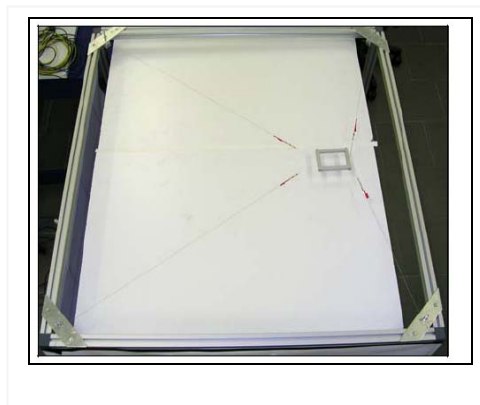


Figure (1) : exemple de robot parallèle à quatre câbles.

DETERMINATION DES TENSIONS ET DES LONGUEURS DES CABLES :

Dans cette section, on cherche à établir le modèle géométrique direct et le modèle géométrique inverse pour le robot 3 câbles.

a. Modèle Géométrique Inverse (MGI)

Ce modèle a pour but de déterminer les longueurs des câbles L_i et les angles entre l'axe X et les câbles Θ_i en fonction de la position X, Y . Le modèle géométrique Inverse peut s'exprimer par les relations suivantes [1] :

$$L_i = \sqrt{(x - A_{ix})^2 + (y - A_{iy})^2} ; i=1...3 \dots\dots\dots (1)$$

$$\Theta_i = \arctan g\left(\frac{y - A_{iy}}{x - A_{ix}}\right) ; i=1 \dots 3 \dots\dots\dots(2)$$

b. Modèle Géométrique Direct (MGD)

Le MGD exprime la position de l'effecteur $M(x, y)$ en fonction des longueurs des câbles L_i . Pour les manipulateurs parallèles, le modèle géométrique directe est difficile à résoudre à cause de sa structure fermée (les angles Θ_i sont liés avec les longueurs des câbles L_i). La relation entre la position $X=(x, y)$ et les coordonnées généralisées est non linéaire.

Ce problème peut être simplifié en plaçant le repère $R(O,X,Y)$ en point A_1 ce qui nous donne des nouvelles coordonnées des points $A_1=(0,0)^T$ et $A_2=(L_b,0)^T$. Alors la solution du modèle géométrique direct est l'intersection de deux cercles, un de centre A_1 avec rayon L_1 , et l'autre de centre A_2 de rayon L_2 . Le résultat est [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \frac{L_b^2 + L_1^2 - L_2^2}{2L_b} \dots\dots\dots (3) \\ y = \pm\sqrt{L_1^2 - x^2} \end{array} \right.$$

La solution de modèle géométrique direct exige le choix la valeur positive de y .

Pour l'analyse statique des forces et compte tenu de la spécificité de notre système, savoir que le nombre de câbles est supérieur au nombre de degrés de liberté, nous avons utilisé la méthode de Moore-Penrose, pour déterminer les tensions appliquées sur les câbles par les moteurs. À titre d'exemple, nous avons simulé les tensions nécessaires pour la forme circulaire, droite et sinusoidale et nous avons l'exemple que l'effecteur poursuive une trajectoire circulaire

tout en imposant une force constante le long du parcours (**Figure 2**). On notera que ce m me exemple a t tudi par [Williams], des profils comparables ont t obtenus. [2]

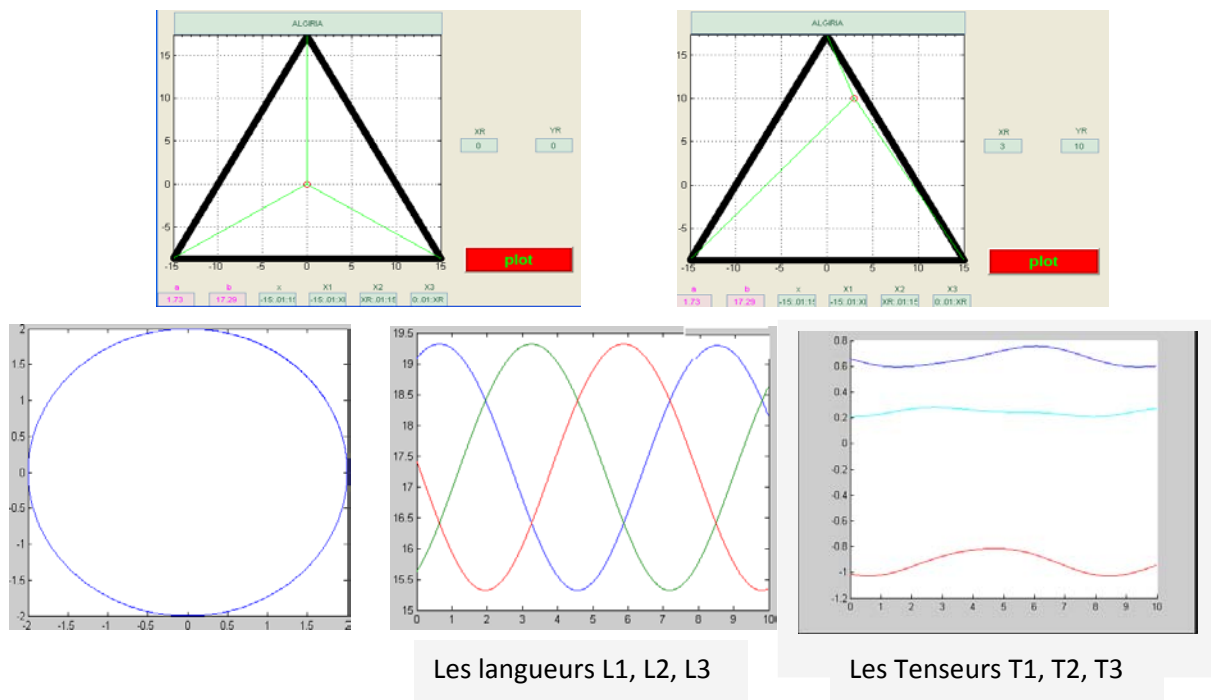


Figure (2) : Simulation du robot parall le trois c bles

CONCLUSION :

Nous avons tudi les structures et le comportement des robots parall les c bles une dimension (2 c bles) et deux dimensions (3 C bles).

Nous avons d velopp un programme pour la commande en position de l effecteur terminal bas sur le mod le g om trique inverse. Etant donn e la position d sir e introduite via interface graphique utilisateur (GUI), le programme d termine les longueurs des c bles et les angles, il permet la visualisation graphique du syst me.

REFERENCES:

[1] Robert L. Williams II and Paolo Gallina Planar Cable-Direct-Driven Robots, Part I: Kinematics and Statics 2001 ASME Design Technical Conferences 27th Design Automation Conference September 9-12, 2001, Pittsburgh, PA

[2] Parallel Robot Projects at Ohio University .Robert L. Williams II. Workshop on Fundamental Issues and Future Research Directions for Parallel Mechanisms and Manipulators October 3-4, 2002, Quebec City, Canada.