

ETUDE DU COMPORTEMENT CINEMATIQUE DES MACHINES A 5 AXES.

Mr.Farid Bettine¹, Mr. Rabah.MANAA², Mr. Bessais.Lakhdar³

¹Thin Films and Applications Unit - (UDCMA) -Setif- Algeria
Welding and NDT Research Center (CSC), BP 64, Cheraga, Algiers, Algeria
Email: f.bettine@csc.dz/

^{1,2} Department of mechanical, university of Batna-Algeria
³ Laboratoire de Génie Energétique et Matériaux, Université de Biskra,
B.P: 145, Biskra, 07000 Algérie.

RESUME :

Les surfaces complexes peuvent être trouvées dans de nombreuses applications industrielles telles que les pièces d'automobile, les coques de bateaux ou les pièces d'aérospatial. L'usinage de telles surfaces nécessite une machine à 5 axes. Vu le compromis entre la variété des configurations cinématiques de ces machines et le large domaine d'usinage des surfaces complexes existe un problème majeur qui est l'orientation d'outil pour le suivi sans contrainte du chemin non linéaire d'outil, parmi ces contraintes en site : l'interférence, et la collision.

L'objectif de ce travail est de corriger le comportement d'orientation relatif entre pièce /outil pour les machines à 5 axes et ceci par l'analyse approfondie des différentes cinématiques des MO 5axes, par l'application des algorithmes de génération du chemin d'outil en position (CL) et en contact (CC).

Mots clés : Usinage des surfaces complexes, les machines à 5 axes, orientation d'outil, interférence et collision.

1 Introduction :

Les machines d'usinage à 5 axes nous permettent d'obtenir avec précision des surfaces très complexes avec les conditions de coupe optimales. [1]

De nombreux problèmes peuvent survenir lors du procédé d'usinage, par exemple; une qualité de surface usinage, ou une probable interférence entre l'outil de coupe et la pièce enfin la collision.

Dans l'usinage 5 axes la structure de la machine permet de trouver de lien entre la pièce usinée et l'outil de coupe. Il y a Trois types de machines outil sont généralement utilisées, suivant l'architecture et la position relative des axes de translation (T) et des axes de rotation (R) : [2]

Cas 1) Machine outil de type RRTTT. Les axes de rotation orientent la pièce dans l'espace articulaire.

Cas 2) Machine outil de type TTTRR. Les axes de rotation orientent l'axe de l'outil dans l'espace articulaire.

Cas 3) Machine outil de type RTTTR. Les axes de rotation orientent l'axe de l'outil et la pièce dans l'espace articulaire.

Cette transformation nécessite une connaissance de l'architecture de la machine-outil en vue de résoudre la modélisation géométrique cinématique, c'est-à-dire le transfert des positions et orientations de l'outil (espace d'opération) en positions des axes de la machine (espace articulaire)[2]. Les modèles cinématiques des machines-outils à 5 axes peuvent être trouvés soit en solution analytique ou numérique itérative.

Dans cet article nous avons étudié la géométrie et la cinématique de la machine CNC RRTTT matsura sera modélisée et analysée en vue de trouver l'espace de travail.

2 Modélisation géométrique :

La modélisation géométrique des machines CNC à 5 axes consiste à calculer la relation entre les paramètres de configuration (coordonnées généralisées et les paramètres de position de l'organe terminal (coordonnées opérationnelles) [3,4].

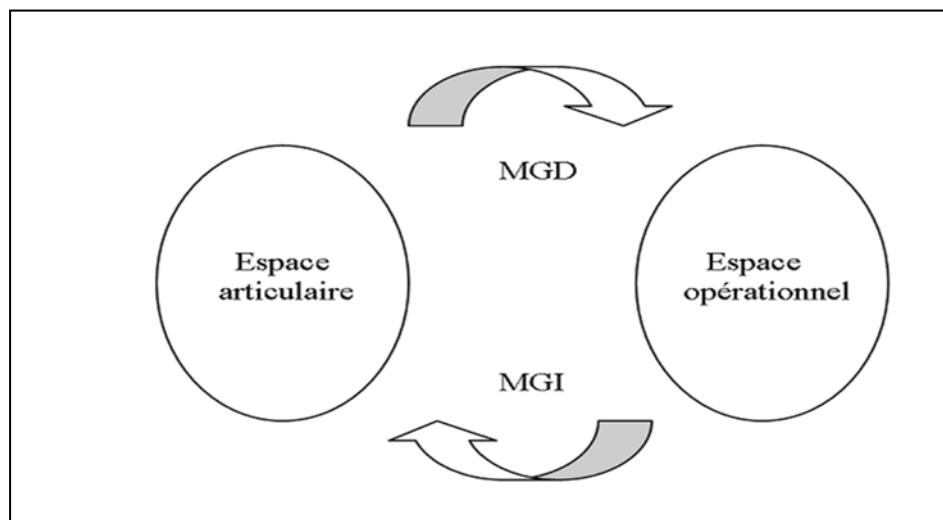


Figure 1: Relation entre les espaces articulaires et opérationnels [4]

La position et l'orientation du repère R_T associée à l'outil par rapport au repère R_p permettent de connaître la position et l'orientation de l'outil par rapport au repère de la pièce.

L'opérateur homogène amenant à cette expression est : [4]

$${}^P A_T = {}^P A_1 {}^1 A_2 {}^2 A_3 {}^3 A_4 {}^4 A_5 {}^5 A_T \quad (1)$$

$$x = -X \sin(C) - Y \cos(A) \sin(C) + (Z + d - l) \sin(A) \sin(C) \quad (2)$$

$$y = X \sin(C) - Y \cos(A) \cos(C) + (Z + d - l) \sin(A) \cos(C) \quad (3)$$

$$z = Y \sin(A) + (Z + d - l) \cos(A) - d \quad (4)$$

Ainsi l'orientation de l'axe de l'outil par rapport à la pièce est donnée par l'orientation de l'axe z_T dans le repère R_p :

$$O = [i \quad j \quad k] \quad (5)$$

$$i = \sin(A) \sin(C) \quad (6)$$

$$j = \sin(A) \cos(C) \quad (7)$$

$$k = \cos(A) \quad (8)$$

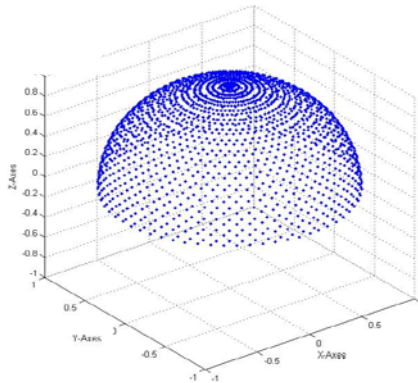


Figure 2 : positions et orientation l'axe de l'outil

3 Conclusion :

Pour étudier le comportement cinématique des machines-outils à 5 axes, une méthode peut être utilisée suivant que la structure de la machine-outil. L'établissement du MGI et MCI des machines-outils à 5 axes est essentiel pour pouvoir suivre une trajectoire dans le repère d'usinage puisque le commandement se fait dans le repère articulaire. Cette transformation peut être réalisée soit par un post processeur, soit directement par la commande numérique de la machine-outil. Actuellement la grande majorité des commandes numériques de la machine-outil multi axes intègre cette transformation afin de pouvoir piloter les mouvements de l'outil en manuel dans le repère d'usinage.

Référence :

- [1] Rida T. Farouki, Chang Yong Han, Shiqiao Li. Inverse kinematics for optimal tool orientation control in 5-axis CNC machining. *Comput. Aided Geome. Des.* 31 (2014) 13–26
- [2] Christophe Tournier. *Usinage à grande vitesse -2010* EAN13.
- [3] Farouki, R.T., Li, S., 2013. Optimal tool orientation control for 5-axis CNC milling with ball-end cutters. *Comput. Aided Geom. Des.* 30, 226–239
- [4] VALIPOUR JAHANPISHEH Hojjat An optimal post-processing module for five-axis cnc milling Machines 2007 ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL