

Electro-broche 120'000 tr/min

André PAULO APARICIO

Travail de Bachelor 2021

Industrial Design Engineering - Conception de systèmes mécaniques

Professeur-e-s: Valérie BRIQUEZ, Jérémy TERRIER

Expert-e-s: Claude JEANNERAT, Daniel GIGANDET

Description

Ce projet de Bachelor s'inscrit dans l'environnement MiLL – Microlean Lab. Cette dernière est une plateforme d'expérimentation développant la vision d'une micro-usine connectée autonome et reconfigurable appelée à révolutionner l'industrie microtechnique.

Dans le cadre des développements en cours, il a été constaté que la broche de la Micro5 est un des organes limitant les performances du concept. En effet, actuellement, la broche, tournant à 60'000 tr/min, est l'élément sous-rigide de la Micro5.

L'usinage UGV requiert pour les petits diamètres d'outil une vitesse de broche bien supérieure à l'existant. De plus, afin de maximiser la précision du contact outil/matière à la volée, l'ajout d'un capteur de position semble s'avérer nécessaire.

L'état de l'art nous informe qu'il est envisageable d'atteindre entre 2.5 et 4 millions de Ndm avec une broche à roulements. Ceci nous amène à imaginer que viser une valeur de 120'000 tr/min est envisageable.

Déroulement

1. Etat de l'art sur les broches haute vitesse.
2. Etablissement du CDC fonctionnel et capacitif de la broche étudiée.
3. Etude des phénomènes physiques (positif et négatif) qui devront être traités afin de parvenir à l'objectif.
4. Etude du système cyber physique déployé de la Micro5.
5. Recherche de composants à haute performance.
6. Etude sur l'apport que pourrait amener l'impression 3D dans l'acheminement des fluides.
7. Etude sur le serrage et le changement d'outil.
8. Etude préliminaire des premiers concepts imaginés.
9. Développement 3D de la solution retenue.

Perspectives

Il sera fondamental et essentiel d'effectuer une étude plus approfondie au niveau du moteur sur banc de test. Cette étude consiste à vérifier et analyser les résonances à très haute vitesse, telle que 120'000 tr/min. A une vitesse de rotation aussi élevée, il est difficile de mesurer les effets centrifuges et donc, potentiellement, les pertes de précharges. Les effets dynamiques sont à mesurer autrement que si l'usinage des pièces et des composants se déroulent parfaitement ou pas. Une autre possibilité est d'analyser l'électro-broche, une fois conçue, à 120'000 tr/min. Il serait intéressant d'intégrer, et par conséquent de modifier le palier de précharge, une précharge élastique variable. Les effets thermiques doivent également être connus, notamment pour la tenue de la graisse.

Résultats

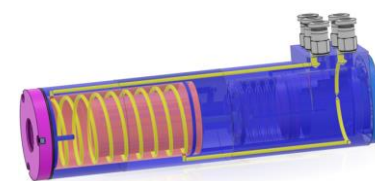
La faisabilité d'une électro-broche pour la Micro5 est possible avec des roulements à contacts obliques hybrides en lubrification à la graisse.

L'importance du choix des roulements a également une influence clé pour ce type de broche à haute vitesse. Le choix des roulements joue un rôle important dans la rigidité de la broche et permet aussi de réduire les résonances.

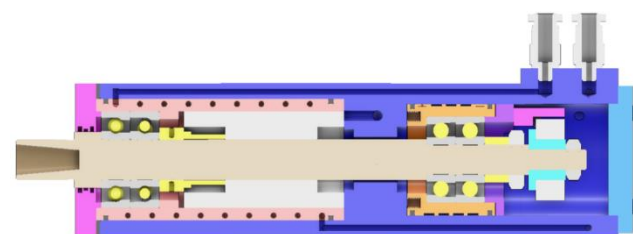
Le moteur devra être conçu sur mesure et l'intégration d'un codeur devra être testée à des vitesses supérieures à 70'000 tr/min. L'ensemble est refroidi par de l'air. L'électro-broche développée s'intègre dans l'encombrement à disposition.

L'impression 3D a joué un rôle fondamental dans la réalisation de certaines pièces de la conception de l'électro-broche. En effet, l'apport amené par ce procédé est un des points clés du développement, notamment au niveau du refroidissement des paliers et du moteur.

Rigidité axiale simulée	2.67*07	N/m
Rigidité radiale simulée	3.33*06	N/m
Durée de vie	7125	Heures
Couple	0.05	Nm
Puissance	660	W
Dimensions de la broche	Ø90x127	mm
Poids de la broche	925	g



Electro-broche 120'000 tr/min développée



Coupe montrant les différentes pièces de l'électro-broche