

Micro-pas

Introduction

La possibilité de piloter un moteur pas à pas biphasé en micro-pas est attrayante. La vision d'un moteur pas à pas hybride de 1,8 degré avec 256 micro-pas par tour complet apparait dans votre esprit. Une résolution de 51 200 micro-pas par tour vous tente.

Quelles sont les limites ?

Peu de moteurs pas à pas, voire aucun, ont un couple sinusoïdal pur en fonction de la position de l'arbre et tous ont des harmoniques d'ordres supérieur qui créent de la distorsion et affectent la précision. Si le contrôle en micropas permet d'augmenter la résolution de positionnement, les limitations de précision liées aux effets de distorsion demeurent et doivent être prises en compte.

Dans le cas d'un déplacement incrémental (angle de mouvement inférieur à un pas entier), il est également important de considérer un "jeu angulaire magnétique", le rotor restant maintenu en position jusqu'à ce qu'un couple suffisant soit généré.

L'expression mathématique du couple incrémental pour un seul micro pas est :

$$T_{INC} = T_{HFS} \cdot \sin\left(\frac{90}{\mu_{PFS}}\right) \quad (1)$$

Le couple incrémental pour N micro-pas est:

$$T_N = T_{HFS} \cdot \sin\left(\frac{90 \cdot N}{\mu_{PFS}}\right) \quad (2)$$

Lorsque:

Symbole	Définition	Unité
μ_{PFS}	Nombre de micro-pas par pas entier	entier
N	Nombre de micro-pas utilisé N inférieur ou égale à μ_{PFS}	entier
T_{HFS}	Couple de maintien par micro-pas	mNm
T_{INC}	Couple incrémental par micro-pas	mNm
T_N	Couple incrémental par N micro-pas N inférieur ou égale à μ_{PFS}	mNm

Le Tableau 1 quantifie l'impact significatif du couple incrémental par micro-pas en fonction du nombre de micro-pas par pas complet.

Un pas entier correspond à un seul micro-pas par pas entier pour les équations 1 et 2. Un demi pas correspond à deux micro-pas par pas entier.

Tableau 1: Couple incrémental par micro-pas quand le nombre de micro-pas par pas entier augmente.

Micro-pas/pas entier	Couple incrémental % de pas entier
1	100.00%
2	70.71%
4	38.27%
8	19.51%
16	9.80%
32	4.91%
64	2.45%
128	1.23%
256	0.61%

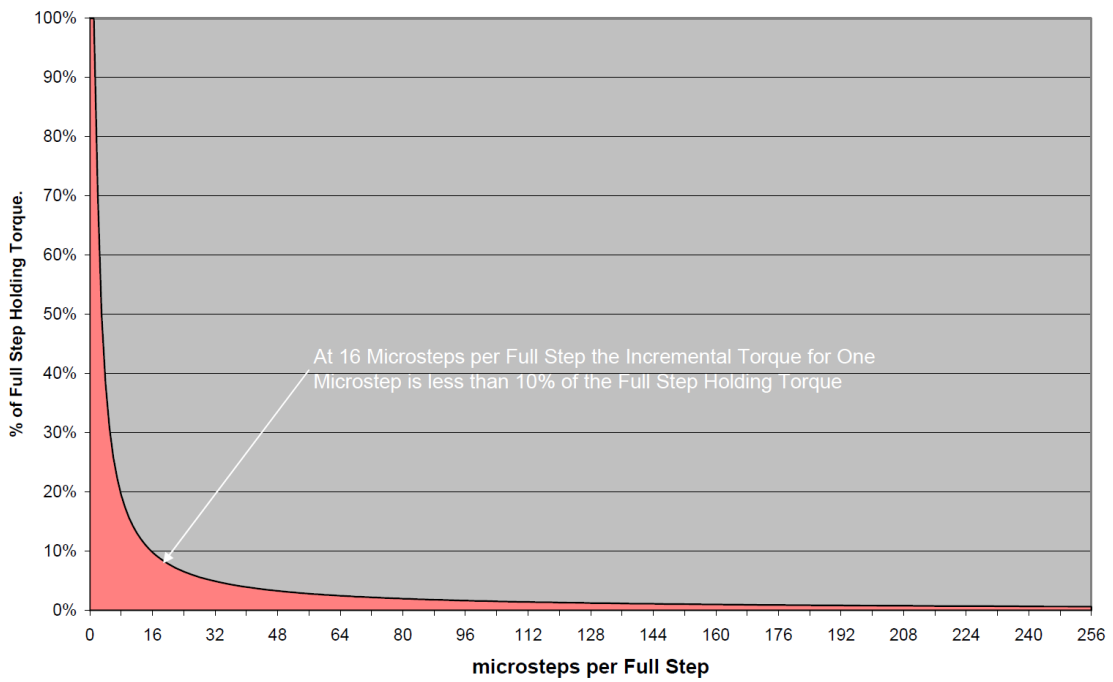


Image 1: Couple incrémental par micro-pas quand le nombre de micro-pas par pas entier augmente.

Qu'est-ce que cela signifie?

Pour tourner, le moteur doit vaincre une charge totale correspondant à la somme du couple de charge, du couple de friction et du couple de détente du moteur. Ainsi, si la charge totale est supérieure au couple incrémental d'un micro-pas, alors des micro-pas successifs devront être réalisés jusqu'à ce que le couple accumulé l'atteigne et la dépasse.

Autrement dit, faire un micro-pas ne signifie pas que le moteur va réellement bouger ! Si l'on désire changer de direction un nombre conséquent de micro-pas pourrait être nécessaire pour qu'un mouvement apparaisse. En effet, le couple de l'arbre du moteur doit progressivement croître jusqu'à une valeur suffisante pour compenser celui de la charge pour provoquer un mouvement dans la direction inverse.

Précision vs. résolution

“Que se passe-t-il si le moteur fonctionne sans charge ? vous demandez vous ? Vous pensez utiliser le micro-pas pour un réglage de position incrémental, ou déplacement inertiel ?

Eh bien, le moteur pas à pas a toujours un couple de friction dû à ses roulements et il a un couple de détente, en plus d'autres distorsions harmoniques.

Vous devrez “augmenter” suffisamment le couple incrémental pour surmonter le frottement des roulements. Parfois, le couple de détente s'ajoute à la génération global du couple, parfois il se soustrait au couple moteur. Dans tous les cas, cela perturbe la précision globale.

En effet, certains fabricants produisent des versions "micro-pas" de leurs moteurs.

Leurs efforts sont typiquement de réduire le couple de détente, généralement au détriment du couple de maintien, pour rendre le couple en fonction de la position du rotor plus proche d'une onde sinusoïdale et pour améliorer la linéarité du couple en fonction du courant.

Ces efforts réduisent mais n'éliminent pas les limites associées au micro-pas en ce qui concerne la précision.

Que diriez-vous d'utiliser une table de correspondance pour "corriger" les imprécisions du moteur et de l'entraînement micro-pas ? Cela a aussi été utilisé. Le couple de charge peut être différent entre le moment où la table est créée et le moment où le moteur est utilisé. Donc le résultat après correction pourrait être pire que si vous n'aviez pas utilisé de table de conversion.

Et pourquoi des micro-pas?

Il y a toujours des raisons convaincantes autres que la haute résolution des micro-pas. Elles incluent:

- Bruit mécanique réduit
- Actionnement mécaniquement léger
- Problèmes de résonances réduit

En résumé, utiliser les micro-pas apporte de nombreuses améliorations de fonctionnement, mais l'amélioration de la précision n'en fait pas partie. La réduction des bruits mécaniques et électromagnétiques produits, est cependant un réel avantage. La transmission mécanique du couple sera également plus légère tout comme dans la réduction des problèmes de résonance. Cela donne une meilleure confiance en la boucle de commande du maintien de la synchronisation et une usure moindre du système de transmission mécanique.

En fait si on utilisait un nombre infini de micro-pas par pas complet le fonctionnement du moteur correspondrait à un moteur AC synchrones à aimant permanent à deux phases avec une vitesse qui dépend de la fréquence de l'alimentation électrique.

Le rotor aura un retard sur le champ magnétique tournant jusqu'au moment où suffisamment de couple pourra être généré pour compenser la charge.

Mentions légales

Les droits d'auteur : Tous droits réservés. Aucune partie de cette note d'application ne peut être copiée, reproduite, sauvegardée dans un système d'information, modifiée ou traitée de quelque manière que ce soit sans l'autorisation préalable écrite de la société Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG.

Les droits de propriété industrielle : En publiant cette note d'application, l'entreprise Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG n'accorde pas, expressément ou implicitement, de droits de propriété industrielle sur lesquels les applications et les fonctions de la note d'application décrites sont directement ou indirectement basées, ne transfère pas non plus de droits d'utilisation sur de tels droits de propriété industrielle.

Des données non contractuelles ; cette note d'application n'a pas de caractères engageants. Sauf indication contraire, la note d'application ne fait pas partie des contrats conclus par la firme Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG. La note d'application est une description non engageante d'une application possible. En particulier, l'entreprise Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG ne garantit pas que les processus et fonctions illustrés dans la note d'application peuvent toujours être exécutés et mis en œuvre comme décrit et qu'ils peuvent être utilisés dans d'autres contextes et environnements avec le même résultat sans tests ou modifications supplémentaires.

Aucune responsabilité : En raison du caractère non engageant de la note d'application, la société Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG ne prend aucune responsabilité pour les pertes liées à cette note.

Les modifications de la note d'application : la firme Fritz Faulhaber & Co. KG se réserve le droit de modifier les notes d'application. La version actuelle de cette note d'application peut être obtenue auprès de l'entreprise Dr. Fritz Faulhaber & Co. KG en appelant le +49 7031 638 385 ou en envoyant un e-mail à mcsupport@faulhaber.de.