

Moteur pas-à-pas ou
servomoteur :

Lequel choisir?

KOLLMORGEN

Chaque technologie a son créneau et, comme le choix de la technologie pas-à-pas ou servo affecte les chances de réussite, il est important que le concepteur de la machine tienne compte des avantages et des inconvénients techniques des deux technologies pour choisir le meilleur système d'entraînement motorisé pour une application.

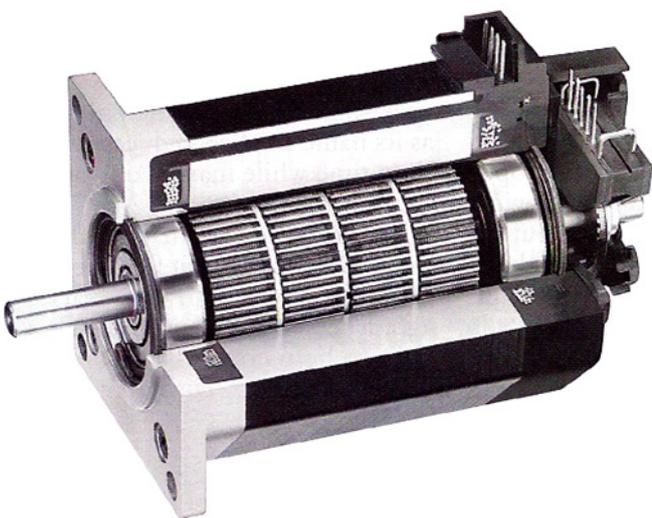
Les concepteurs de machines ne devraient pas limiter l'utilisation des moteurs pas-à-pas ou des servomoteurs en fonction d'un état d'esprit fixe ou d'un certain niveau de confort. Il devraient plutôt comprendre laquelle des deux technologies fonctionne le mieux pour commander un mécanisme particulier ainsi que la procédure à effectuer.

Les entraînements à moteur pas-à-pas actuels offrent des fonctionnalités d'entraînement, un choix d'options et des protocoles de communication optimisés grâce à des circuits intégrés avancés et à des techniques de programmation simplifiées. Il en va de même pour les systèmes de servomoteurs, alors qu'une densité de couple plus élevée, une électronique optimisée, des algorithmes avancés et une résolution plus élevée de l'asservissement ont permis d'augmenter les capacités de bande passante du système ainsi que de réduire les coûts initiaux et les coûts d'exploitation globaux pour de nombreuses applications.

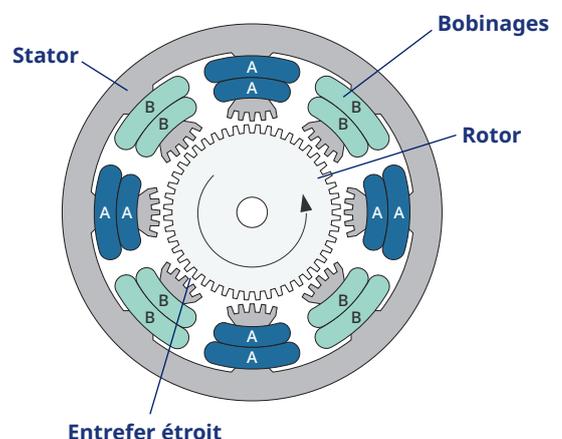
Cet article présente un aperçu des fonctionnalités des moteurs pas-à-pas et des servomoteurs comme critères de sélection entre ces deux technologies. Une compréhension approfondie de ces technologies vous aidera à réaliser des conceptions mécatroniques optimales qui vous permettront d'exploiter pleinement les capacités de votre machine.

PRÉSENTATION DU SYSTÈME DE MOTEUR PAS-À-PAS

[Les moteurs pas-à-pas](#) possèdent plusieurs avantages majeurs par rapport aux servosystèmes. Ils coûtent généralement moins cher, possèdent des montages NEMA courants, proposent des options de couple inférieur, nécessitent un câblage moins onéreux et leur commande de mouvement en boucle ouverte simplifie l'intégration et l'utilisation de la machine.



CONSTRUCTION DU MOTEUR PAS-À-PAS



CONSIDÉRATIONS RELATIVES AU COUPLE ET À LA VITESSE

Dans la plupart des cas, le choix entre un moteur pas-à-pas et un servomoteur dépend du type d'application. Les moteurs pas-à-pas sont généralement dimensionnés sur le double du besoin continu pour ajouter une capacité de couple d'accélération et de décélération ou pour un couple de crête spécifiquement requis.

À l'inverse, les servomoteurs sont généralement dimensionnés pour les vitesses et couples spécifiques de l'application, une accélération/décélération intermittente maximale, un couple de maintien (le cas échéant) et des exigences de couple continu (RMS) efficace équivalent sur la durée totale du profil de mouvement.

En général, si une application nécessite des capacités de haut débit, de vitesse élevée et de large bande passante pour la correction des perturbations et/ou un haut régime avec ou sans coordination étroite entre les axes, les servomoteurs s'avèrent la meilleure solution. Si les

performances de position point à point et les exigences de régime sont modestes (en fonction des charges du processus et des perturbations attendues), les moteurs pas-à-pas peuvent constituer un meilleur choix. En outre, lorsque les charges sont raisonnables, la capacité d'un moteur pas-à-pas à maintenir la position (en utilisant un couple de maintien avec puissance et un couple de détente sans puissance) peut être un avantage.

Les courbes vitesse/couple soulignent la différence entre les moteurs pas-à-pas et les servomoteurs CA à aimants permanents d'un volume égal (figure A). Généralement, à des vitesses inférieures, les moteurs pas-à-pas génèrent un couple continu plus élevé que les servomoteurs. Cependant, les servomoteurs produisent des couples de crête intermittents dans cette même plage de basses vitesses et génèrent des couples de crête et continus sur une plage de vitesses beaucoup plus large et plus élevée.

CAPACITÉS DES MOTEURS PAS-À-PAS ET DES SERVOMOTEURS

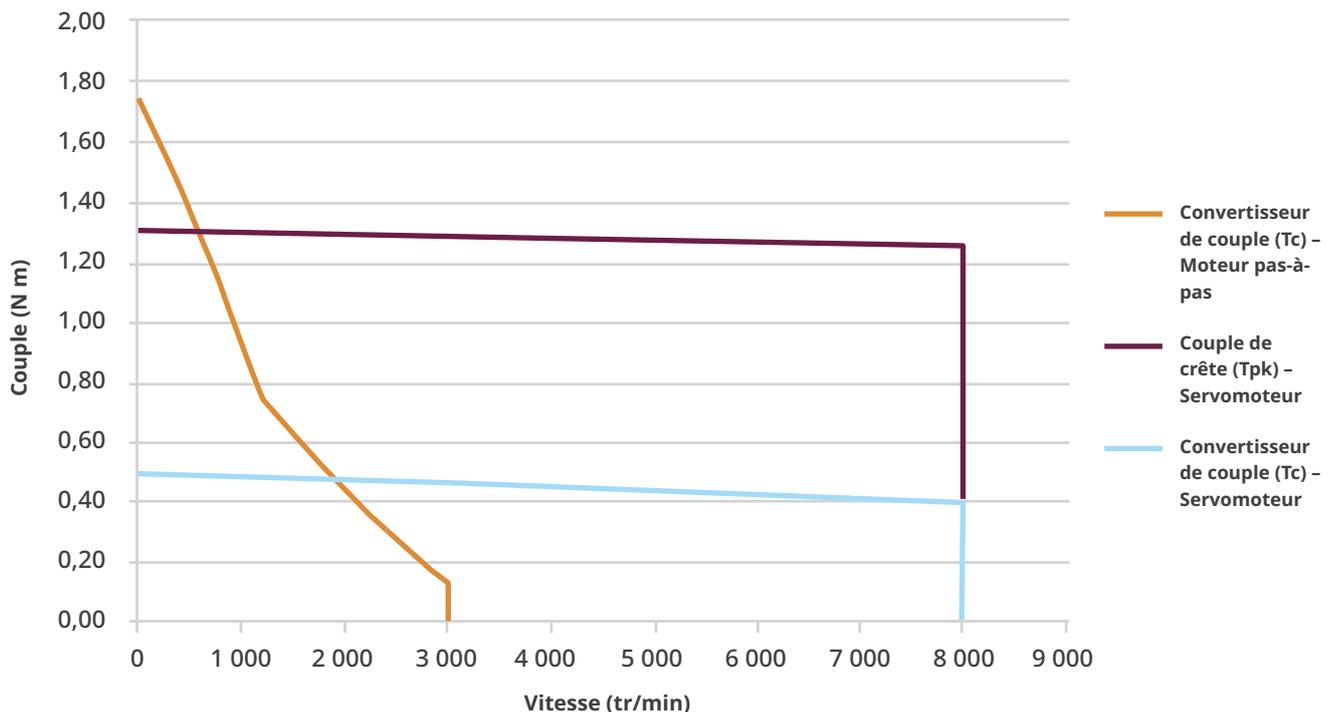


Figure A : comparaison des courbes de performances avec un volume équivalent.

Les applications pour lesquelles les systèmes pas-à-pas sont bien adaptés sont, par exemple, les axes de machines automatisées pour le réglage et l'installation, ou les axes vidéo pour l'inspection. Les moteurs pas-à-pas sont parfaits pour ces types d'axes, car ils ont tendance à être plus faciles à concevoir dans les systèmes de commande et sont à la base moins onéreux à mettre en place. Lorsqu'un axe pour une configuration donnée peut être physiquement bloqué en position, leur utilisation est moins onéreuse (par exemple, en activant le mode d'activation/désactivation de réduction de la consommation électrique offert en option). En outre, lorsqu'ils sont correctement utilisés, les moteurs pas-à-pas sont moins sujets aux pannes en raison de leur commande simple en boucle ouverte, qui ne nécessite qu'une adaptation du bobinage au variateur, comparé au réglage moteur-variateur-mécanisme qui est requis pour les circuits d'asservissement dans un système en boucle fermée.

VARIATEURS PAS-À-PAS

De nouvelles techniques de conception ont amélioré les performances des moteurs pas-à-pas grâce aux éléments suivants : l'utilisation de l'asservissement intégrée; l'amortissement en fin de mouvement pour réduire les temps de stabilisation tout en maximisant la précision; le démarrage progressif pour réduire les secousses lors de la mise sous tension; les modes anti-résonance pour optimiser le couple, la stabilité et la réduction du bruit (audible ou non); la réduction du courant de repos pour diminuer l'échauffement du moteur à l'arrêt; et les modes de fonctionnement facilement contrôlables entre le pas entier, le demi-pas et le micro-pas.

Bien que la plupart des moteurs pas-à-pas correctement dimensionnés soient extrêmement précis lorsqu'ils fonctionnent en boucle ouverte dans le mode de pas sélectionné, l'asservissement intégré fournit une précision supplémentaire sans le coût d'un dispositif d'asservissement externe. Avec la réduction de la taille de pas pour augmenter la résolution, les techniques de micro-pas permettent d'obtenir un couple et un mouvement plus réguliers, aussi bien à des vitesses lentes que plus élevées.

DÉVELOPPEMENTS DES MOTEURS PAS-À-PAS MODERNES

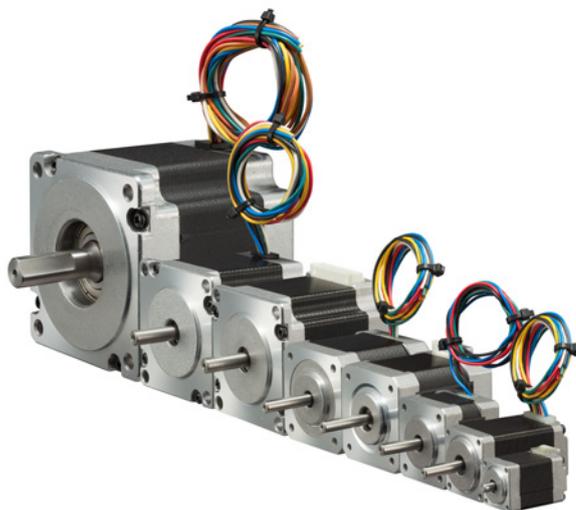
Les moteurs pas-à-pas modernes sont disponibles dans des puissances nominales plus importantes que celles des moteurs pas-à-pas de génération plus ancienne. Les nouvelles techniques de conception ont permis de proposer des entrefers plus étroits, des aimants plus forts ou plus grands physiquement, et des rotors surdimensionnés.

L'augmentation du diamètre et de l'inertie du rotor, tout en conservant les mêmes tailles de cadre et de bobinages du moteur pas-à-pas, génère davantage de

couple par unité de volume. Bien entendu, l'inertie plus importante du rotor peut également affecter les temps d'accélération et de décélération pour une application donnée, mais cette méthode permet davantage d'applications pour une taille de châssis de moteur pas-à-pas donnée en diminuant efficacement le rapport d'inertie de la charge (J_{charge}) et d'inertie du rotor du moteur (J_m). Généralement, les systèmes de moteur pas-à-pas sont dimensionnés avec un rapport $J_{charge}:J_m$ inférieur à 30:1. Mais avec de plus faibles accélérations et décélération, et des opérations de micro-pas avancées, les rapports d'inertie de 200:1 sont possibles.

Avec la détection des décrochages désormais gérée de façon électronique dans les [variateurs pas-à-pas modernes](#), l'asservissement externe n'est généralement pas requis pour la synchronisation impulsion-arbre. Cependant, les dispositifs d'asservissement optionnels sont utilisés pour la confirmation de la position (boucle ouverte) ou la correction de la position en raison du désalignement des composants, du bruit et/ou de la perte d'informations sur les impulsions (position). En fonction du variateur pas-à-pas, un moteur pas-à-pas avec un asservissement dynamique aura moins d'ondulation de vitesse et utilisera moins d'énergie que les équivalents en boucle ouverte, et aura un couple résiduel plus élevé à basse vitesse qu'un servomoteur triphasé équivalent.

Les applications de moteurs pas-à-pas nécessitant un asservissement peuvent approcher le coût d'un servosystème. Et ce qui peut représenter un avantage opérationnel dans une application peut s'avérer un inconvénient dans une autre application. Pour effectuer le bon choix, les concepteurs doivent évaluer attentivement le travail à effectuer. Souvent, les systèmes pas-à-pas en boucle fermée ne sont pas très compétitifs sur le plan technique par rapport aux systèmes de servomoteurs moins chers. Aussi, les avantages et les inconvénients des deux types de systèmes doivent être soigneusement étudiés en fonction de l'application spécifique.



[Les moteurs pas-à-pas PMX](#) offrent des performances et une flexibilité de conception dans une solution à rapport couple/coût élevé.

PRÉSENTATION DU SYSTÈME DE SERVOMOTEUR

Les servomoteurs possèdent plusieurs avantages distincts par rapport aux moteurs pas-à-pas. Ils peuvent générer un couple élevé sur une large plage de vitesses à la demande et sont disponibles dans des plages de couple plus larges et des tensions plus élevées (jusqu'à 480 VCA). Ils répondent aux perturbations avec un couple bien supérieur à leur capacité continue tout en utilisant uniquement la puissance nécessaire pour accomplir le mouvement commandé. Ils sont également compacts.

SERVOVARIATEURS

La compensation moteur/variateur, souvent appelée « réglage » ou « comp », était autrefois le fléau du processus de configuration pour les utilisateurs de servomoteurs, mais maintenant, il s'agit principalement d'histoire ancienne. Aujourd'hui, les [technologies les plus récentes en matière de servomoteurs numériques](#)

offrent des capacités logicielles et matérielles optimisées pour une meilleure expérience utilisateur, ainsi qu'une flexibilité de compensation remarquable. En effet, certains servosystèmes configurent automatiquement le moteur, le variateur et l'asservissement. Ils peuvent également se régler automatiquement. Les servovariateurs à réglage automatique s'adaptent au moteur-variateur-mécanisme donné sans diminution des performances et ce, avec un besoin réduit de réglage fin supplémentaire des circuits de régulation.

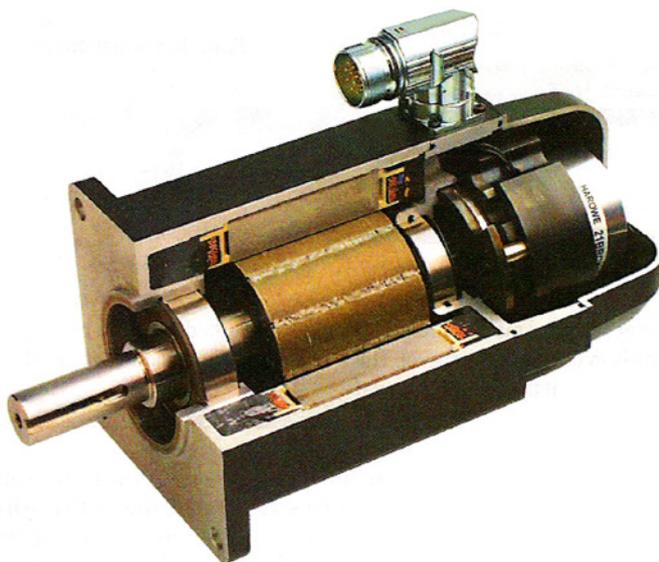
CONSIDÉRATIONS RELATIVES AU COUPLE ET À LA VITESSE

Bien que les servomoteurs soient conçus pour fonctionner à des vitesses élevées, ils peuvent également parfaitement fonctionner à des vitesses extrêmement basses avec une commande très précise (même à 1 tr/min ou moins) et une préparation adaptée. Lorsqu'ils sont correctement utilisés, les moteurs pas-à-pas sont précis et représentent généralement une solution plus économique pour les applications nécessitant une vitesse inférieure à 1 000 tr/min. Cependant, au-dessus de 1 000 tr/min, le couple d'un moteur pas-à-pas commence à chuter en raison des constantes de temps du circuit magnétique et des pertes dans le noyau.

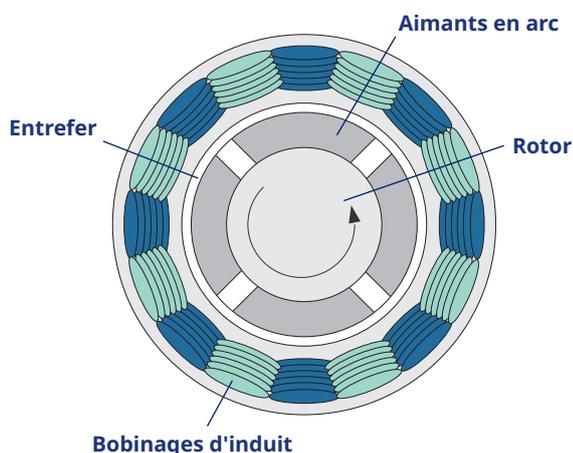
En revanche, pour les servomoteurs ayant un couple comparable, la chute ne se produit pas avant 2 000 à 4 000 tr/min ou plus (figure B). Les applications d'asservissement à entraînement direct qui alimentent des charges qui ont une inertie élevée utilisent généralement des vitesses inférieures à 1 000 tr/min, tandis qu'une application d'asservissement standard avec un système de transmission mécanique utilisera toute vitesse disponible dans la plage de capacité de travail du moteur.

Avec une plage de vitesses requise comprise entre 1 000 et 3 000 tr/min, la technologie optimale du moteur peut être déterminée par des exigences d'application telles que la puissance, le couple de crête à la vitesse, le couple « RMS » continu et la répétabilité.

À l'arrêt (basses vitesses < 50 pas/seconde ou 15 tr/min) ou lors du maintien d'une charge sans mouvement, les moteurs pas-à-pas (notamment ceux équipés d'un rotor surdimensionné) peuvent produire plus de couple que les servomoteurs pour une taille de châssis donnée, bien que les conceptions de servomoteurs plus récentes soient en train de rattraper leur retard. Avec cette capacité de couple, les moteurs pas-à-pas peuvent produire un mouvement basse vitesse extrêmement précis et rigide sans faire appel à un réducteur ou à un autre avantage mécanique.



CONSTRUCTION D'UN SERVOMOTEUR



En revanche, les [servomoteurs à entraînement direct](#) avec un nombre de pôles plus élevé et un asservissement haute résolution sont souvent utilisés dans les applications industrielles nécessitant des vitesses typiques inférieures à 1 000 tr/min sans avantage mécanique tel qu'un réducteur.

Lorsqu'un moteur pas-à-pas est au repos, il utilise une énergie continue, et absolument aucun mouvement n'est observé, sauf en cas de surcharge. Lorsque le moteur n'est pas alimenté, ses capacités de couple de détente pour certaines applications peuvent être utilisées pour maintenir la position.

À l'inverse, un servomoteur n'est jamais au repos lorsqu'il est activé en raison du processus de correction constante d'erreurs en boucle fermée au cours duquel il utilise uniquement l'énergie requise pour maintenir la position commandée. L'erreur de la boucle de position variant constamment, l'arbre de sortie du servomoteur se déplace d'avant en arrière (bien que cela ne devrait pas être perceptible) tout en recherchant continuellement l'erreur minimale.

Ce mouvement continu de va-et-vient du vérin est appelé « recherche », ou également « oscillation ». C'est un mouvement du vérin intentionnellement induit, par exemple, dans l'actionnement d'une valve pour gérer continuellement les problèmes potentiels de friction. Le déplacement physique pendant la recherche n'implique généralement qu'un nombre réduit d'asservissements par rapport à la résolution totale. Le mouvement, imperceptible dans la plupart des applications, peut être inacceptable dans d'autres applications. Les capteurs d'asservissement haute résolution diminuent le delta typique de recherche tout en réduisant le risque d'instabilité de l'axe.

Lorsque la répétabilité et la résolution sont des éléments critiques, les servomoteurs représentaient jusqu'à présent le meilleur choix. Mais désormais, les moteurs pas-à-pas peuvent également être envisagés. Pour les systèmes pas-à-pas, l'application requiert que la charge soit prévisible ou soumise uniquement à de faibles forces et perturbations externes, ne nécessitant ainsi pas de coordination étroite entre les axes. Les moteurs pas-à-pas fonctionnant en boucle ouverte peuvent économiser plus de 20 % à 30 % sur le coût initial par rapport aux solutions de servomoteurs comparables.

CAPACITÉS DES MOTEURS PAS-À-PAS ET DES SERVOMOTEURS

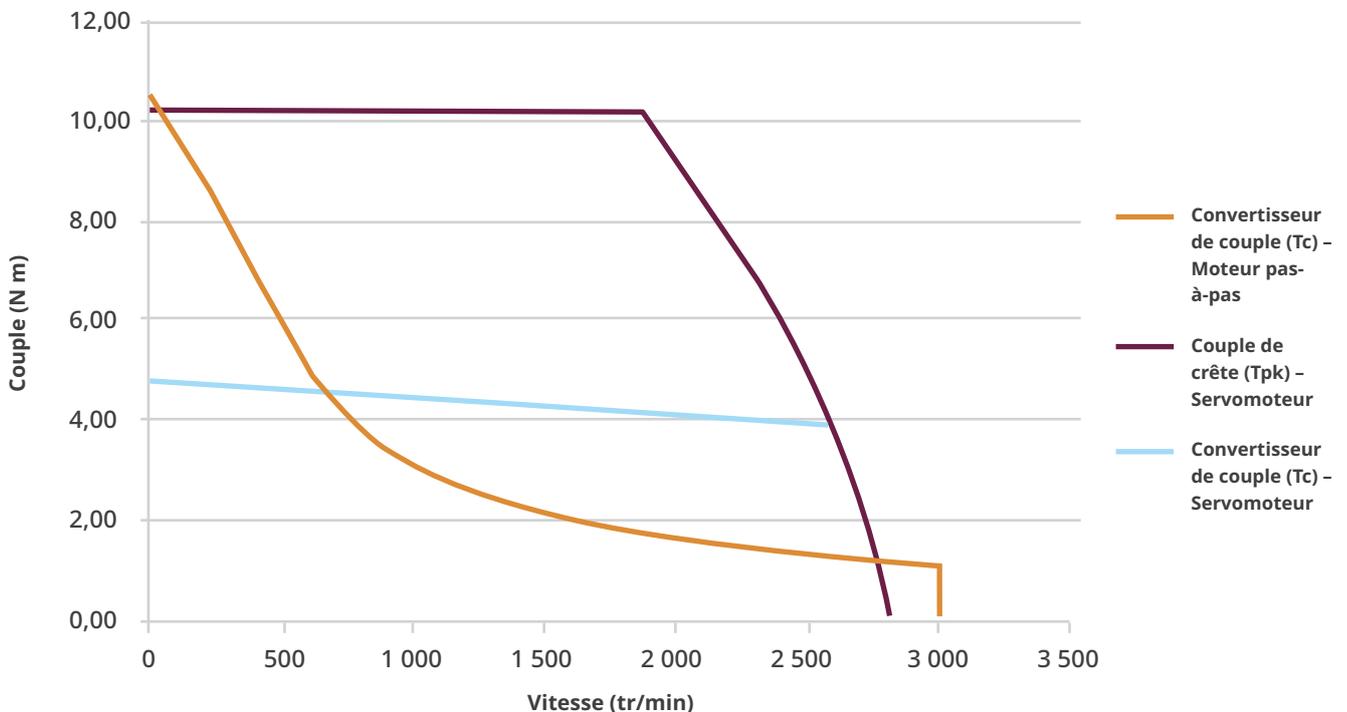


Figure B : comparaison des courbes de performances avec capacités de volume et de vitesse similaires.

CRITÈRES DE SÉLECTION

PERFORMANCE DE COUPLE

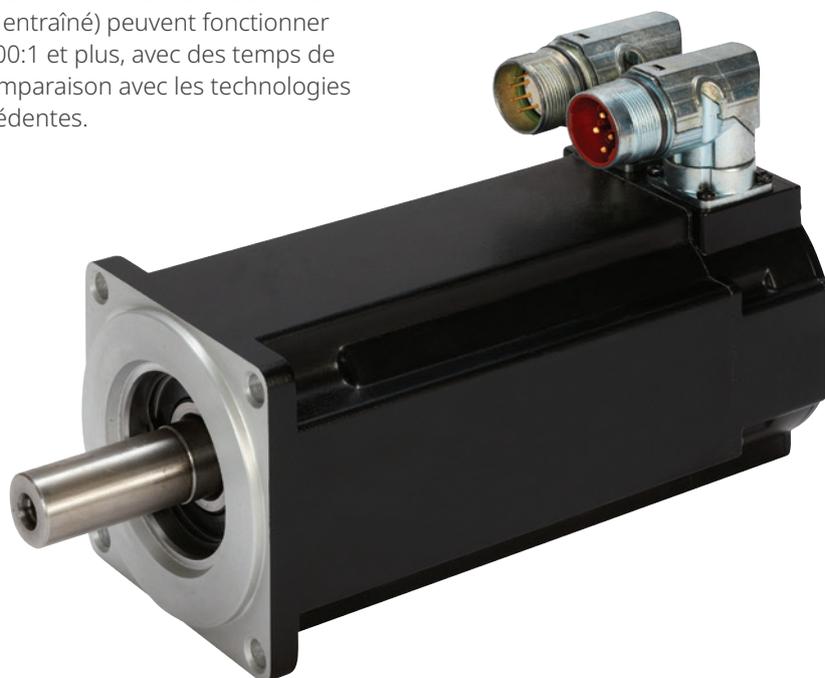
Lors de l'évaluation de courbes vitesse-couple comparables, les concepteurs doivent choisir le moteur qui fournit la valeur de couple la plus élevée aux vitesses requises. À prix égal, la plupart des concepteurs préfèrent utiliser les servomoteurs. Pour des charges constantes ou variables, les servosystèmes peuvent récupérer des conditions de surcharge là où les systèmes pas-à-pas ne le peuvent pas. Les systèmes pas-à-pas fournissent un couple important dans une solution compacte à des vitesses inférieures à 1 000 tr/min, tandis que les servomoteurs peuvent répondre aux exigences de couple à des vitesses inférieures et bien supérieures à 1 000 tr/min.

JUMELAGE DES INERTIES

La détermination de l'inertie de charge du système peut faciliter la sélection technique de la technologie de moteur. En règle générale, les moteurs pas-à-pas ne dépassent pas un rapport d'inertie de charge de 30:1 par rapport à l'inertie du moteur ($J_{charge}:J_m$). Par opposition, les servosystèmes à entraînement direct avec asservissement haute résolution et aucune déformation (à l'exception de l'acier entraîné) peuvent fonctionner à un rapport de 200-300:1 et plus, avec des temps de réponse rapides en comparaison avec les technologies d'asservissement précédentes.

Auparavant, les systèmes de servomoteurs classiques nécessitant des temps de réponse rapides et une accélération ou une décélération élevée demandaient un rapport d'inertie charge/rotor de l'ordre de 1:1 à 5:1, qui est ensuite passé à une plage comprise entre 1:1 et 8-10:1.

Aujourd'hui, un servosystème qui possède la plus haute résolution d'asservissement disponible, avec un minimum de déformation et/ou de jeu, peut obtenir des rapports d'inertie de 1-20:1 et plus pour de nombreuses applications. Les rapports de plages plus élevés produisent la meilleure [efficacité de fonctionnement](#) avec peu de risques supplémentaires. Les rapports d'inertie plus élevés deviennent de plus en plus dépendants de l'application, pas seulement par rapport aux spécifications et aux performances souhaitées de la machine, mais également par rapport à la compliance et au jeu du mécanisme. Pour les systèmes à entraînement direct, la rigidité requise exige souvent des arbres et des roulements plus grands. Même la compliance du support de la machine qui maintient le moteur entre en compte.



[Les servomoteurs AKM™](#) offrent aux concepteurs la flexibilité requise pour co-concevoir rapidement des modifications adaptées aux applications spécifiques. Ils sont disponibles en 8 tailles de châssis avec plus de 500 000 configurations standards.

COORDINATION DES AXES

Les applications nécessitant une coordination entre les axes peuvent tirer parti des systèmes servocommandés en raison de leur synchronisation étroite et de leur capacité de bande passante élevée, qui permettent une correction rapide des perturbations détectées et/ou des changements de commande. Les systèmes de moteurs pas-à-pas en boucle ouverte correctement dimensionnés resteront synchronisés sans aucun asservissement de confirmation, mais ils sont limités aux mouvements point à point avec uniquement la possibilité de coordination séquentielle ou de pseudo-coordination entre les axes commandés.

AJUSTEMENTS DU CÂBLAGE ET DU MOTEUR-VARIATEUR

Un changement qui a amélioré la fiabilité et la maintenance des servomoteurs a été la réduction du [nombre de fils](#) nécessaires entre les dispositifs d'alimentation et d'asservissement.

Les fabricants ont résolu en grande partie les questions de réglage (compensation du moteur-variateur-mécanisme) dans les systèmes en boucle fermée, ainsi que celles reliées au calendrier de maintenance du système. Les techniques de réglage automatisé ou calculé et les programmes de diagnostic intégrés permettent de simplifier ces exigences pour l'utilisateur. En outre, la plupart des servovariateurs peuvent utiliser les entrées traditionnelles de pas et de direction qui ont été employées pour l'interfaçage avec les moteurs pas-à-pas pendant de nombreuses années. Les servomoteurs utilisant cette capacité sont dans un mode de position opérationnelle qui élimine la perte ou l'ajout potentiel(le) de pas de moteur commandés.

Cela nous amène à l'un des problèmes les plus courants des systèmes de moteurs pas-à-pas lorsqu'ils fonctionnent au seuil de leur capacité : la perte et/ou l'ajout de pas de mouvement par rapport au nombre de pas commandés. Le problème essentiellement observé lors de l'accélération et/ou de la décélération. La perte de pas est généralement due à une inertie trop importante affectant l'accélération, ou à une friction plus élevée que souhaité. À l'inverse, l'ajout de pas provient généralement du bruit ou d'une inertie trop importante affectant la décélération. En raison de l'accumulation des pas ajoutés et des pas perdus, plusieurs heures peuvent s'écouler avant qu'une tolérance de fabrication donnée ne soit dépassée.

Toutefois, les moteurs pas-à-pas demeurent plus simples, avec moins de fils à connecter et des ajustements moteur-variateur minimes pour mettre en route un système.

PRÉCISION ET RÉOLUTION

Les systèmes pas-à-pas présentent une différence entre leurs résolutions théorique et réelle. Par exemple, un moteur biphasé à pas entier et à angle de pas de $1,8^\circ$ a 200 positions possibles en un tour ($360^\circ/1,8^\circ$), mais la réalisation effective de ces positions dépend de la façon dont le moteur a été dimensionné pour l'application. Il en va de même pour les modes d'entraînement du moteur de demi-pas et de micro-pas. Un moteur à micro-pas de $1,8^\circ$, bien que spécifié comme ayant dix micro-pas pour chaque pas entier, ne peut pas nécessairement trouver chaque position de micro-pas.

En outre, plusieurs micro-pas commandés peuvent être nécessaires avant que l'accumulation de couple soit suffisante pour surmonter la friction et l'inertie de la charge. Dans une situation réelle, le moteur pourrait facilement sauter un ou plusieurs micro-pas au-delà du nombre commandé et s'y stabiliser. Lorsque les exigences en matière de résolution de positionnement doivent dépasser 200 pas par tour, les moteurs pas-à-pas peuvent utiliser un codeur à asservissement pour atteindre plus de 1 000 pas par tour. Avec une préparation raisonnable, les moteurs à cinq phases et les moteurs à micro-pas peuvent également améliorer le nombre de pas par tour.

La résolution des servomoteurs est théoriquement infinie, mais le positionnement du système avec un fonctionnement en boucle fermée dépend principalement de la résolution du dispositif d'asservissement, qu'il s'agisse d'un codeur sinus, d'un résolveur ou d'un codeur numérique (TTL). Les dispositifs d'asservissement haute résolution actuels peuvent approcher le nombre de 2^{21} (soit 2 097 152) à 2^{28} (soit 268 435 456) par tour de moteur, avec une capacité supplémentaire de multi-tour optionnelle (généralement jusqu'à 4 096 tours). Des dispositifs d'asservissement multi-tours sont disponibles pour la position absolue d'un axe à la mise sous tension de la machine, éliminant ainsi le cycle de va-et-vient à chaque mise sous tension de la machine; toutefois, une option multi-tours peut limiter la résolution totale d'asservissement disponible.



RÉPÉTABILITÉ

Les servomoteurs sont extrêmement répétables, car ils fonctionnent en boucle fermée. Mais les moteurs pas-à-pas peuvent être tout aussi répétables dans de nombreuses applications, notamment lorsqu'ils fonctionnent dans une seule direction. Cependant, lorsqu'un mode de réduction du courant de repos (ICR) est utilisé et/ou que la charge augmente (comme lors d'une inversion de sens), la situation change lorsque la capacité du moteur pas-à-pas est dépassée. De la même manière qu'un réducteur doit rattraper le jeu, le moteur pas-à-pas doit rattraper la commande du système. Lors du premier mouvement dans une nouvelle direction, la précision du moteur est affectée, car le moteur pas-à-pas doit surmonter les effets d'inertie et de friction de la charge. Par la suite, le système retrouve sa répétabilité spécifiée, mais il peut avoir perdu ou gagné des pas de position réels par rapport à ceux commandés.

PUISSANCE D'ENTRÉE

Un moteur pas-à-pas est équivalent à un inducteur en série avec une résistance, et par conséquent, le courant qui produit le couple a besoin de temps pour augmenter. Ce temps limite la vitesse pour une tension donnée, de sorte que l'augmentation de la vitesse du moteur dans une application donnée peut nécessiter des tensions plus élevées.

Un servosystème fonctionne de façon similaire, mais dans sa plage de capacité. Ainsi, les circuits de régulation du variateur présentent la tension et le courant nécessaires au servomoteur pour répondre à la demande de la charge par rapport à son erreur de commande et d'asservissement. En revanche, lorsqu'un système de servomoteur est contraint de fonctionner en dehors de son enveloppe opérationnelle, même pour une milliseconde, il n'est plus sous contrôle et ne fonctionne donc plus en tant que servomoteur.

CONCLUSION

Les technologies de moteurs pas-à-pas et de servomoteurs ont toutes deux un rôle important à jouer dans les conceptions de machines mécatroniques actuelles. Cependant, une fois les avantages et inconvénients des systèmes de moteurs pas-à-pas ou de servomoteurs parfaitement compris, plus spécifiquement par rapport au processus à la tâche à accomplir, le meilleur choix pour une application donnée devient plus clair.

En supposant que le processus souhaité puisse être exécuté avec une solution de moteur pas-à-pas ou de servomoteur, répondant aux exigences de répétabilité, de précision et de flexibilité de l'application pour les besoins actuels et futurs, les autres considérations seront probablement l'environnement, la durée de vie, le bruit de fonctionnement et la consommation d'énergie.

Lorsque des exigences spécifiques permettent l'utilisation de l'une ou l'autre de ces technologies, le discernement et la prévoyance peuvent guider le choix final en fonction du processus de travail envisagé ou de la tâche à effectuer, des besoins futurs possibles et de l'expérience du concepteur en matière de machines.

COMPARAISON DES ATTRIBUTS D'APPLICATION – MOTEUR PAS-À-PAS / SERVOMOTEUR

Exigences d'application	Pas-à-pas	Servo
Densité de couple maximale	✓	
Plage de couples et de vitesses la plus étendue		✓
Boucle ouverte (typique)	✓	
Basse tension (<75 volts)	✓	✓
Moyenne tension	Possible	✓
Haute tension (400 à 480 volts ou plus)		✓
Basse vitesse (jusqu'à 1 000 tr/min)	✓	✓
Moyenne vitesse (1 000 – 3 000 tr/min)	Possible	✓
Haute vitesse (> 3 000 tr/min)		✓
Couple élevé à basse vitesse (< 1 000 tr/min)	✓	✓
Temps de réponse de la bande passante élevée		✓
Point à point (simple/modeste)	✓	✓
Point à point (coordonné)	Possible	✓
Coordination entre les axes	Pseudo	✓
Accélération/décélération maximales		✓
Maintien de position sans « recherche »	✓	
Couple de détente	✓	
Charges d'inertie jusqu'à 30:1 (J_charge:Jm)	✓	Possible
Charges d'inertie jusqu'à 200:1 (J_charge:Jm)	Possible	ED+(R/L)*
Correction rapide des perturbations/commandes		✓
Couples de crête disponibles > capacité continue		✓
Résolution maximale		✓
Plage de tensions d'entrée maximales		✓
Intégration la plus simple	✓	
Idéal pour les charges fixes	✓	
Débit de produit maximal		✓
Efficacité maximale		✓

* ED = Entraînement direct, R = Rotatif, L = Linéaire



À propos de l'auteur

Hurley Gill est ingénieur principal en applications/systèmes chez [Kollmorgen](#) à Radford (Virginie), États-Unis. Il a obtenu son diplôme d'ingénieur auprès de Virginia Tech en 1978 et travaille dans le secteur de la commande de mouvement depuis 1980.

À PROPOS DE KOLLMORGEN

Kollmorgen possède plus d'un siècle d'expérience dans le domaine du mouvement. Cette expérience se retrouve dans les performances et la fiabilité inégalées de ses moteurs, de ses variateurs, de ses actionneurs linéaires, de ses réducteurs ainsi que dans ses solutions de contrôle et ses plateformes d'automatisation pour les véhicules autonomes. Nous proposons des solutions révolutionnaires avec des performances, une fiabilité et une simplicité d'utilisation inégalées, qui procurent un avantage incontestable aux fabricants de machines.

Pour plus d'informations, visitez le site www.kollmorgen.com, envoyez un courriel à support@kollmorgen.com ou appelez le 1 (540) 633-3545.