



Robots chirurgicaux avancés : concevoir des mouvements compacts et puissants pour la nouvelle génération

Les robots chirurgicaux classiques sont constitués de grandes colonnes dotées de plusieurs bras tenant de minuscules caméras et divers instruments tels que des ciseaux, des pinces, des porte-aiguilles et des dispositifs à ligature, entre autres. Pour bénéficier d'une flexibilité maximale dans la réalisation des interventions, les chirurgiens doivent pouvoir manipuler ces instruments selon l'angle de leur choix, sans contrainte.

Souvent, les chirurgiens préfèrent pratiquer des incisions aussi petites et aussi peu nombreuses que possible afin de minimiser l'inconfort du patient et d'améliorer les résultats. Dans de nombreux cas, la procédure idéale consisterait à pratiquer une seule petite incision pouvant accueillir simultanément les caméras de visualisation et tous les instruments nécessaires.

Cet idéal peut être difficile, voire impossible à atteindre, car la conception conventionnelle des robots ne permet pas aux instruments d'approcher le site à un angle suffisamment aigu.

Le défi pour les concepteurs de robots chirurgicaux est donc de permettre aux bras de fonctionner aussi près les uns des autres que possible, de sorte que les instruments et les caméras puissent pénétrer dans l'incision presque en parallèle. Cette liberté de mouvement peut contribuer à minimiser le caractère invasif de la procédure, à améliorer l'angle

de vue du chirurgien et à permettre une dextérité sans contrainte lors de la manipulation de plusieurs instruments.

Une partie de la solution à ce défi consiste à placer les bras articulés sur des colonnes plus petites dans une conception à colonnes multiples, afin qu'ils puissent être positionnés indépendamment et plus près les uns des autres. Cependant, même dans ce type de conception, le facteur contraignant reste la largeur des bras eux-mêmes, limitée par la largeur effective des articulations de ces bras.

Comment les ingénieurs peuvent-ils concevoir des articulations de bras plus compactes sur le plan axial sans compromettre la précision et les performances requises pour les interventions chirurgicales délicates qui changent la vie, voire la sauvent ?

Considérations relatives à la conception d'articulations de bras compacts sur le plan axial

Pour atteindre les capacités de nouvelle génération, les concepteurs de robots chirurgicaux doivent relever plusieurs défis. Le principal d'entre eux est de fournir le couple, la vitesse et la précision nécessaires à l'application tout en minimisant la largeur effective des articulations du bras robotique.

La précision est d'une importance capitale. Pour toutes les articulations robotiques, les moteurs et les trains d'engrenages doivent offrir des capacités d'accélération et de décélération fluides et précises, ainsi que des capacités de maintien extrêmement stables. Les exigences spécifiques en matière de couple et de vitesse peuvent toutefois varier selon la fonction de chaque articulation.

Le couple du moteur est particulièrement important pour les articulations les plus éloignées du site d'opération qui doivent supporter le poids cumulé des bras, des articulations et des instruments à l'extrémité des bras. La vitesse du moteur est moins importante pour contrôler les instruments à l'extrémité du bras, où les chirurgiens privilégient la précision des mouvements à petite échelle plutôt que la vitesse. Toutefois, la vitesse du moteur est importante pour l'efficacité des articulations qui effectuent des mouvements de positionnement plus importants.

L'augmentation de température peut également être un facteur important. Il est essentiel d'éviter les températures excessives dans les limites étroites des articulations robotiques, qui risqueraient de dégrader la lubrification des paliers et du réducteur à côté du moteur ou entraver le fonctionnement des capteurs d'asservissement électroniques limités par la chaleur.

RELEVER LE DÉFI DE LA TAILLE

Tous ces défis sont aggravés par la nécessité de concevoir une articulation aussi compacte que possible sur le plan axial, afin d'offrir au chirurgien une plus grande liberté dans le positionnement et la manipulation des instruments.

Comment résoudre le problème de la taille ?



COMMENCER PAR LE CHOIX DU RÉDUCTEUR

En fonction de la dynamique requise pour chaque articulation, sélectionnez l'engrenage à onde de déformation qui fournira le couple moyen et maximal requis, offrira une rigidité suffisante, garantira une longue durée de vie et répondra à vos autres exigences de conception.

L'engrenage à onde de déformation (également appelé réducteur harmonique) est de loin le meilleur choix pour ce type d'application. Il ne présente aucun jeu, ce qui permet un positionnement très précis et un maintien fiable. Il offre des rapports de réduction élevés sur un seul étage pour une densité de puissance élevée et une accélération/décélération fluide. Une donnée est cruciale pour résoudre le problème de taille : les réducteurs harmoniques peuvent être extrêmement compacts sur le plan axial.

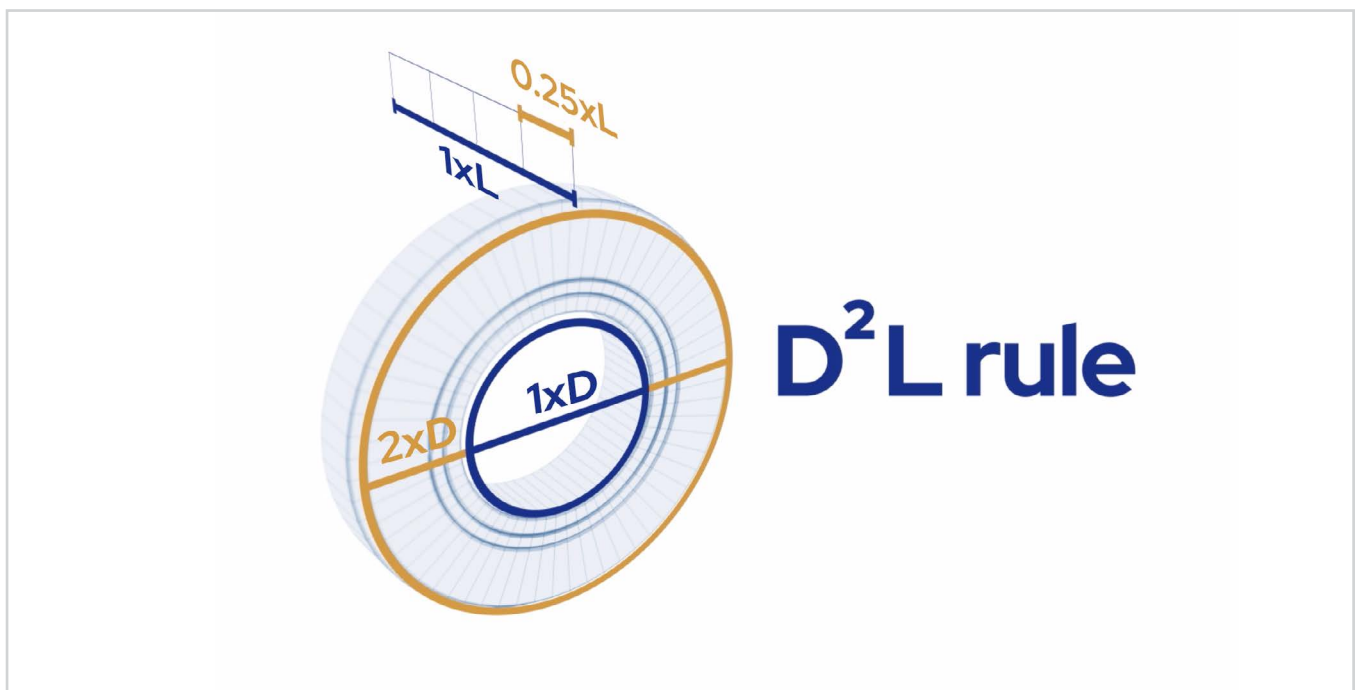
Lors de votre processus de sélection, demandez-vous si un train d'engrenages de diamètre extérieur relativement plus grand pourrait répondre à vos exigences de conception, ce qui vous permettrait de tirer parti de la règle D^2L en utilisant un moteur de plus grand diamètre.

Dans la conception d'un robot chirurgical, il est probable que le diamètre des articulations vous préoccupe beaucoup moins que la dimension axiale, puisque l'objectif est de permettre aux différents bras de travailler le plus étroitement possible ensemble. La règle D^2L stipule que le couple augmente de manière directement proportionnelle à l'augmentation de

la longueur des piles de stratification du moteur. Autrement dit, il augmente comme le carré de l'augmentation du diamètre du bras de levier.

Le fait de doubler le diamètre du bras de levier multiplie donc le couple par quatre ou permet de réduire la longueur de la pile de trois quarts sans perte de couple. Un train d'engrenages de plus grand diamètre, adapté à un moteur également de plus grand diamètre, mais beaucoup plus court, peut faire une grande différence au niveau de la réduction de la largeur effective de l'articulation.

Dernier point à prendre en compte : un train d'engrenages disponible dans le commerce vous permet-il de répondre à vos exigences de conception (y compris vos préférences en matière de moteur de plus grand diamètre) ? Si c'est le cas, vous pouvez éviter les délais, risques et dépenses liés à la conception d'un engrenage personnalisé, ce qui permettra de commercialiser votre robot plus rapidement et à moindre coût.



CHOISIR ENSUITE LE MEILLEUR SERVOMOTEUR

Le servomoteur que vous choisissez doit pouvoir s'adapter à l'engrenage que vous avez choisi. Voilà pourquoi ce choix arrive en deuxième position dans le processus de sélection. Au-delà de l'adéquation de base, il existe plusieurs critères de sélection qui peuvent vous aider à obtenir la conception la plus réussie.

Le moteur est le principal facteur déterminant la compacité d'une articulation robotique. À caractéristiques de performance équivalentes, un moteur avec une longueur de pile plus courte offrira une articulation plus étroite sur le plan axial, ce qui est l'objectif recherché. Même un gain de quelques millimètres peut faire une grande différence dans l'expérience et le contrôle du chirurgien.

Le diamètre de l'articulation est moins important que la longueur de la pile, car il n'affecte pas le positionnement relatif des bras adjacents. Comme nous l'avons vu, la règle D²L signifie que toute augmentation du diamètre du bras de levier peut permettre une diminution beaucoup plus importante de la longueur de la pile sans perte de couple. Il s'agit là d'une occasion unique d'économiser de l'espace là où cela compte le plus.

Outre le dimensionnement global du moteur, il convient de déterminer si un alésage traversant important est nécessaire pour accueillir le câblage, la fibre optique, les tuyaux de fluide ou d'autres composants. Avec les axes multiples nécessaires au positionnement précis des instruments, un espace considérable est requis pour faire passer les câbles d'alimentation et de communication nécessaires au contrôle de chaque axe, et il est préférable que ces câbles ne prennent pas plus d'espace que les moteurs eux-mêmes.

Pensez également à la compatibilité entre le moteur et les capteurs d'asservissement que vous avez choisis. En règle générale, ce type d'application nécessite un double asservissement, notamment un capteur d'asservissement à grande vitesse sur l'arbre d'entrée et un capteur d'asservissement absolu sur l'arbre de sortie. Une résolution élevée est indispensable. Les deux capteurs peuvent augmenter la largeur de l'articulation. Concentrez-vous sur la façon dont ces dispositifs s'intègrent à vos choix de moteurs possibles.

Tenez compte des caractéristiques thermiques du moteur et de sa compatibilité avec les composants sensibles à la température dans les limites du joint. Le moteur devra-t-il fonctionner à une température inférieure à la température maximale nominale de l'enroulement afin d'éviter tout risque de dommage ou de défaillance prématurée de la lubrification du système, des capteurs d'asservissement sensibles à la chaleur ou d'autres composants ? Dans l'affirmative, un moteur fonctionnant à une température inférieure à sa température nominale fournira-t-il encore le couple et la vitesse requis pour la charge spécifiée ? Ces considérations sont particulièrement importantes pour les articulations les plus proches de la colonne, qui doivent supporter la charge des articulations plus éloignées sur le bras.

Comme pour les engrenages, si un moteur standard peut répondre à tous ces besoins, vous pouvez économiser du temps et des frais de développement par rapport à la spécification d'un moteur entièrement personnalisé. Quel que soit le moteur choisi (standard ou personnalisé), assurez-vous que le fournisseur jouit d'une excellente réputation en matière de qualité, de disponibilité et d'assistance.



Rien ne peut faire dérailler votre projet comme un moteur sur lequel vous ne pouvez pas compter pour s'adapter et fonctionner avec une constance absolue dans la salle d'opération, livré avec la qualité dont vous avez besoin, dans les quantités dont vous avez besoin maintenant et tout au long du cycle de vie de votre robot chirurgical.

COMPACTS ET PUISSANTS, LES MOTEURS TBM2G SONT COMPATIBLES AVEC LES ROBOTS

Chez Kollmorgen, nous pensons que le moteur doit être conçu pour s'adapter à l'application, et non l'inverse. Notre série TBM2G de servomoteurs sans boîtier est conçue spécifiquement pour répondre aux exigences de dimension, de couple et de vitesse des réducteurs harmoniques standard pour les articulations robotiques chirurgicales compactes.

Les moteurs TBM2G tirent parti de la règle D^2L pour offrir des performances optimales dans les articulations les plus légères et les plus compactes sur le plan axial. Ils sont également dotés d'un grand alésage pour accueillir le câblage et d'autres composants qui passent à travers les articulations d'un bras robotisé chirurgical complexe.

Les moteurs TBM2G fonctionnent avec une large gamme de codeurs et peuvent même être fournis avec des capteurs à effet Hall intégrés qui n'augmentent pas la longueur du moteur. Avec une augmentation de température exceptionnellement faible, ces moteurs peuvent fonctionner à proximité de composants sensibles à la chaleur sans compromis de performance.



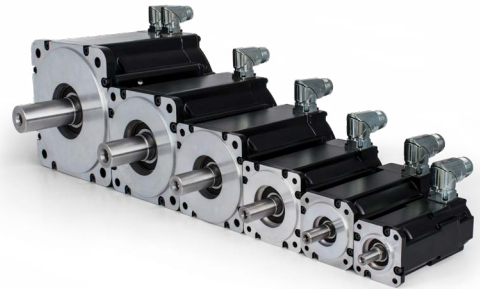
Kollmorgen propose ces moteurs dans une large gamme de tailles et d'options standard, ce qui vous permet d'obtenir un ajustement idéal. Plusieurs variantes d'enroulement permettent d'optimiser les performances du moteur à différentes tensions de bus, notamment des enroulements parfaitement adaptés aux robots mobiles et fonctionnant sur batterie.

La série TBM2G est construite selon les normes de qualité les plus strictes, avec la capacité de fabrication, la livraison et l'assistance dont vous avez besoin pour faire passer votre robot du stade du prototype à celui de la production à grande échelle, quel que soit le volume, partout dans le monde.

Considérations relatives à la conception de colonnes de robots et de tables de patients plus petites et plus légères

Les robots chirurgicaux sont des machines extraordinaires, mais ils peuvent être volumineux. La réduction de l'encombrement peut permettre de commercialiser un robot qui économise de l'espace dans la salle d'opération, qui peut être utilisé dans des salles plus petites ou qui peut même être mobile.

Les colonnes qui soutiennent et élèvent les bras du robot et les axes qui contrôlent l'orientation de la table du patient peuvent tous être plus petits et plus légers sans pour autant compromettre la conception ou les performances du système. L'essentiel est d'utiliser des servomoteurs offrant la densité de couple la plus élevée dans le boîtier le plus compact.



LES MOTEURS AKM2G OFFRENT DES PERFORMANCES SUPÉRIEURES DANS UN ENCOMBREMENT RÉDUIT

Les servomoteurs logés AKM2G de Kollmorgen offrent une densité de couple nettement plus élevée dans un boîtier plus petit que les autres servomoteurs de leur catégorie. Intégrés dans des systèmes existants, ils permettent d'améliorer considérablement les performances sans modifier les fixations du moteur ni l'encombrement. Dans les nouveaux systèmes, ils fournissent tout le couple et la puissance nécessaires dans l'espace pratique le plus réduit.

Les servomoteurs AKM2G sont disponibles dans une large gamme de tailles et d'enroulements, et peuvent être facilement configurés pour répondre aux exigences d'une application spécifique. Les modifications standard comprennent les longueurs de pile, les options de codeur, les capteurs thermiques, les enroulements et calibres spéciaux, les dimensions de montage, les câbles et connecteurs doubles/simples/hybrides, l'étanchéité à l'environnement, etc.

Comme tous les moteurs Kollmorgen, les servomoteurs AKM2G sont construits selon les normes les plus élevées de qualité, de fiabilité et de disponibilité globale.

Concevoir avec un expert du mouvement

Que vous soyez une entreprise de robotique établie ou une start-up, le mouvement est essentiel à la performance et à l'encombrement de votre plateforme robotique. Choisissez un partenaire capable de :

- résoudre les problèmes de mouvement et vous aider à respecter les normes qui vous importent, avec la possibilité de configurer les produits pour répondre à vos exigences de conception uniques;
- fournir les produits et l'expertise dont vous avez besoin pour réduire les délais de conception et accélérer la mise sur le marché;
- fournir une assistance technique collaborative, de la conception à la production;
- ne pas restreindre vos choix en matière de dispositifs d'asservissement, de freins ou d'autres composants;
- proposer une livraison et une assistance fiables pour votre robot chirurgical tout au long de son cycle de vie, du prototypage rapide à l'ingénierie de soutien à long terme, en passant par toutes les cadences de production, partout dans le monde.



KOLLMORGEN VOUS ACCOMPAGNE TOUT AU LONG DU PROCESSUS, AVEC DES PROCÉDÉS ÉPROUVÉS ET UN SYSTÈME DE LIVRAISON FIABLE

Nous travaillons avec vous dans la phase de conception initiale pour comprendre vos besoins exacts, puis vous fournissons l'assistance technique dont vous avez besoin pour simplifier la sélection, le dimensionnement, la configuration et la programmation du système de mouvement. Grâce à nos capacités de configuration étendues, nous procédons rapidement au prototypage, à la livraison et aux itérations de votre solution en fonction de vos besoins, ce qui vous permet de gagner plusieurs mois dans votre processus de développement.

Lorsque la conception finale est prête, nous la documentons entièrement et nous vous aidons à obtenir les certifications requises, dans n'importe quelle région. Grâce à notre production allégée, à nos processus répétables et à nos contrôles de qualité éprouvés, nous passons rapidement du prototypage à la production à plein régime, en livrant toujours vos systèmes de mouvement dans les temps. Nous assurons également une assistance à long terme dans la région souhaitée, afin de garantir la livraison des produits tout au long du cycle de vie de votre robot, en assurant à la fois la gestion des coûts et l'augmentation de la production en fonction des besoins.

Prêt à vous lancer ?

Contactez Kollmorgen à l'adresse <https://www.kollmorgen.com/fr-fr/service-and-support/nous-contacter> pour discuter de vos besoins et de vos objectifs avec un expert Kollmorgen spécialisé dans les applications de soins de santé.

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 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 facilité d'utilisation sans pareilles, qui donnent un avantage incontestable aux fabricants de machines.