

GUIDE DE

Sélection des câbles appropriés pour votre moteur pas-à-pas ou votre servomécanisme

Câblage pour moteurs pas-à-pas ou
servomécanismes



KOLLMORGEN

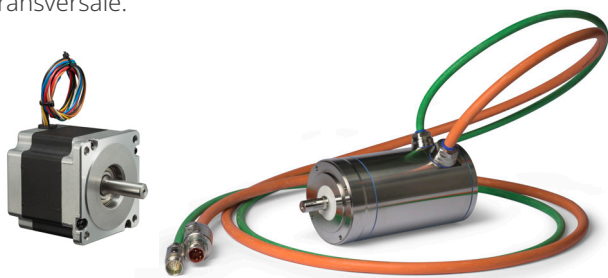
Les ingénieurs consacrent beaucoup de temps et d'efforts pour concevoir des systèmes de positionnement de moteur pas-à-pas ou de servomoteur très efficaces, fiables et économiques. Ils sélectionnent un moteur, un contrôleur, des circuits d'asservissement appropriés et un amplificateur pour répondre aux besoins spécifiques du système de mouvement.

Malheureusement, les câbles de signaux et d'alimentation reliant les composants sont souvent négligés jusqu'à ce que le projet touche à sa fin ou, pire encore, sont confiés à un électricien ne disposant pas de la formation adéquate. En négligeant les facteurs critiques de sélection des câbles, on risque d'obtenir un système dont la précision est inférieure à celle attendue, des pannes fréquentes, une faible immunité aux interférences électromagnétiques et des effets négatifs sur les équipements voisins.



CONSTRUCTION DE BASE DES CÂBLES CRITÈRES DE SÉLECTION

Les câbles sont conçus et fabriqués avec des caractéristiques destinées à servir une application spécifique pour des performances optimales. Chaque élément de la construction du câble de base joue un rôle unique. Tous les câbles contiennent une partie ou la totalité des éléments suivants : des conducteurs uniques ou multiples présentant un courant admissible approprié, une isolation avec des spécifications de rupture de tension appropriées, un blindage général ou des blindages multiples pour les conducteurs individuels ou les paires, et une gaine pour protéger le câble des influences mécaniques, chimiques et environnementales. Les éléments supplémentaires du câble peuvent comprendre un fil de drainage ou de mise à la terre utilisé avec des blindages en feuille, des rubans de serrage, des fils de support en acier intégrés et du remplissage pour donner au câble une forme circulaire uniforme en coupe transversale.



La sélection des câbles commence par la définition des conditions d'exploitation qui affectent le câble en service, telles que la température, l'humidité, l'exposition aux produits chimiques, l'abrasion, la flexion et la durée de vie prévue. Le type et l'épaisseur de l'isolation choisis dépendent des tensions de service. Le nombre de conducteurs et les exigences en matière de courant sont spécifiés par le fabricant du moteur et du variateur. Les options possibles comprennent des conducteurs d'asservissement et d'alimentation séparés ou un câble composite d'alimentation et de d'asservissement. Les interférences électromagnétiques affectant les signaux dans le câble et les autres équipements adjacents au câble déterminent la nécessité d'un blindage. Des interférences peuvent exister entre les conducteurs d'un même câble et entre le câble et son environnement. Le principal facteur de couplage et de contribution à l'interférence est l'inductance. Si l'espace entre les conducteurs est trop grand, le signal trouvera des chemins alternatifs. Ces chemins non intentionnels entraînent le couplage aux signaux alternatifs. Pour diminuer encore la tendance au couplage, la réduction de l'espace entre les conducteurs du chemin prévu est obtenue en torsadant les paires. Jusqu'à quatre tours par pouce sont recommandés.

Certaines applications nécessitent des câbles fixes, comme dans les systèmes où le moteur et le variateur sont fixes l'un par rapport à l'autre. Dans ces situations, des chemins de câbles et des conduits sont fréquemment utilisés pour acheminer le câblage. En outre, les câbles acheminés dans des passages sont extrêmement résistants à la flamme. Pour être marqués Type TC ou CT, les câbles doivent faire l'objet d'essais spéciaux de flamme sur plateaux verticaux (UL) ou des essais de flamme verticaux (CSA). En cas d'utilisation d'un conduit (tube métallique), il faut se reporter au tableau 1, chapitre 9 du manuel NEC® (National Electric Code®) pour connaître le nombre maximum de conducteurs autorisés à l'intérieur d'un conduit en fonction de la taille et de la température du conducteur.

ISOLATION ET GAINÉ

Un matériau spécifique fournit l'isolation du conducteur et un autre la gaine; chacun joue un rôle différent dans la structure d'un câble. Un type d'isolation isole électriquement les conducteurs individuels ou les paires dans un câble. En comparaison, la gaine constitue la « peau » du câble et protège les conducteurs, l'isolation et le blindage de l'environnement, des chocs mécaniques et des substances chimiquement agressives. Certains produits, tels que les fils de raccordement classiques et les cordons d'alimentation des biens de consommation, ne comportent qu'une seule couche d'isolant qui sert principalement de gaine de protection physique. Cependant, la plupart des câbles de qualité industrielle contiennent les deux. Le matériau de la gaine est la principale source de frottement dans les pistes mobiles et le choix de ce matériau est la clé du succès ou de l'échec du système.

L'environnement, y compris la température ambiante et la chaleur créée par le courant circulant dans les conducteurs, détermine la température maximale de fonctionnement du matériau isolant. En général, l'indice de température peut être interprété comme la température maximale du conducteur que l'isolation peut supporter en toute sécurité. Ceci est particulièrement vrai pour les câbles d'alimentation. Cependant, si un câble (même un câble d'asservissement) est acheminé près d'une machine générant de la chaleur, les températures ambiantes doivent être prises en compte.

Une valeur nominale typique pour le câblage d'alimentation et de commande est de 600 V. Cette valeur ne concerne que l'isolation du conducteur, et non la gaine. Il s'agit de la tension de service maximale qui peut être appliquée entre le conducteur et toute partie

D'autres applications peuvent impliquer un mouvement occasionnel et non répétitif des composants du servomécanisme, et dans d'autres machines, le moteur peut être en mouvement constant par rapport au reste du système, comme un bras de robot. La flexibilité requise du câble joue un rôle important dans la sélection de chaque composant du câble (conducteurs, isolation, construction du blindage et matériau de la gaine).

adjacente telle qu'un autre conducteur, le blindage ou un objet conducteur situé à l'extérieur du câble. UL® ne reconnaît pas les propriétés isolantes de la gaine comme faisant partie de la tension nominale. Elle est considérée avant tout comme un élément mécanique de protection et de liaison du câble.

L'isolation des conducteurs et les gaines fabriquées à partir du matériau isolant le plus couramment utilisé, le chlorure de polyvinyle (PVC), conviennent à de nombreuses applications de commande de mouvement, y compris les câbles flexibles en continu. Les machines-outils, les robots, les équipements de *pick-and-place*, les équipements de manutention et les chemins de câbles ne sont que quelques exemples. De nombreuses formules de PVC conviennent, mais un câble typique à gaine de PVC a normalement une plage de température statique de -30 °C à 70 °C. Une exigence de flexion réduit la plage de température inférieure à environ -5 °C. Les conducteurs multiples réduisent également la surface thermique à dissiper et donc la puissance pour une taille de fil donnée.

L'éthylène-propylène (EP) est moins résistant au benzène et à diverses huiles, mais présente une excellente résistance aux UV et à l'ozone. Les gaines en polyuréthane (PU) sont utilisées pour de nombreux câbles à flexion continue. Ce matériau est robuste, extrêmement flexible et offre une protection supérieure aux câbles en contact avec des produits chimiques tels que les acides, les alcalins, les solvants et les fluides hydrauliques. La plage de températures est plus large que celle du PVC, et de nombreuses formules utilisées sont ignifuges et présentent des caractéristiques d'auto-extinction supérieures.

En revanche, les gaines et l'isolation en polyuréthane sont difficiles à couper, à dénuder et à terminer, surtout à la main. La combinaison d'une isolation en PVC pour les conducteurs individuels et d'une gaine en polyuréthane facilite la fabrication du câble et assure une excellente protection.

Dans des conditions dynamiques, l'érouissage de certains polymères n'est pas bien documenté. Il existe des directives de base, mais la lumière UV, la chaleur, l'humidité et l'exposition aux produits chimiques sont des variables qui affectent les équations. Ne pas être conscient de ces facteurs peut entraîner une défaillance prématurée.

Tableau 1 – Tableau de comparaison des matériaux d'isolation et de gaine

| Propriété | Matériau d'isolation et de gaine | | |
|---|----------------------------------|--------------------|--------------|
| | PVC | Éthylène-propylène | Polyuréthane |
| Résistance à l'abrasion | G | VG | E |
| Résistance à la déchirure et à la coupure | VG | VG | E |
| Flexibilité à basse température | G | VG | E |
| Résistance aux UV | VG | E | E |
| Résistance à l'ozone | E | E | E |
| Résistance à l'eau | E | VG | E |
| Résistance aux huiles de transformateurs | VG | F-G | E |
| Résistance à l'essence | P | F | E |
| Résistance au kérosène | P | G | VG |
| Eau de Javel | F | E | F |
| Éthylène glycol | G | E | F |

E = Excellente, VG = Très bonne, G = Bonne, F = Moyenne, P = Médiocre

CÂBLES À HAUTE FLEXIBILITÉ ET À FLEXIBILITÉ CONTINUE

Dans de nombreuses applications de commande de mouvement, le moteur, le capteur d'asservissement, ou les deux, se déplacent fréquemment ou constamment par rapport au contrôleur. Cette disposition nécessite des câbles spéciaux à haute flexibilité. Les câbles à haute flexibilité et à flexibilité continue combinent des conducteurs, des matériaux d'isolation, des blindages et des gaines spécialement sélectionnés pour leur permettre de résister à l'impact mécanique.

Un câble flexible continu typique peut avoir des conducteurs composés de nombreux brins de cuivre nus extra-fins recouverts d'une isolation spéciale en PVC extra-flexible et d'une gaine en polyuréthane. Les blindages en spirale inversée offrent une flexibilité supérieure à

celle des blindages tressés, ce qui est important pour les applications à flexion élevée et continue. Cependant, les blindages en tresse de cuivre présentent une meilleure immunité au bruit électromagnétique et, combinés à des colliers de serrage, ils simplifient considérablement la mise à la terre. Certains câbles contiennent un lubrifiant sec pour réduire la friction de glissement entre l'isolation des conducteurs individuels, les blindages et la gaine pendant la flexion à faible rayon.

Les câbles à flexion linéaire ne peuvent être pliés que dans un sens et ne doivent pas être tordus, ce qui est considéré comme une flexion bidirectionnelle. Les rails d'alimentation largement utilisés maintiennent le câble orienté de manière à ce qu'il ne fléchisse que dans une seule direction. Les constructeurs de machines sont souvent contraints de choisir des connecteurs intercâbles lorsque les câbles doivent être fléchis sur deux axes ou plus.

Les exigences en matière de rayon de courbure sont une spécification souvent négligée. Le rayon de courbure détermine la durée de vie d'un câble à flexion continue. Plus le rayon est petit, plus la durée de vie est courte. Le rayon de courbure minimal autorisé du câble est spécifié comme un facteur N multiplié par le diamètre extérieur du câble, par exemple « 12 × diamètre du câble », où N = 12. Des câbles flexibles continus correctement sélectionnés et installés ont une durée de vie de plusieurs millions de cycles de flexion. Des câbles plats spéciaux ont été développés pour réduire la limite du rayon de courbure dynamique. Des câbles standard avec un rayon de courbure statique de 10 fois le diamètre et un rayon de courbure dynamique (en mouvement) de 12 à 15 fois le diamètre donneraient une machine dont la hauteur serait gênante. L'espace supplémentaire est un facteur de coût et d'expédition à prendre en compte, ainsi qu'une question d'accessibilité. Ces câbles plats et flexibles sont essentiels pour répondre aux exigences de l'enveloppe finale du fabricant.

TERMINAISON



Tout câble peut tomber en panne prématurément, surtout dans une application à haute flexibilité, s'il n'est pas correctement terminé. La perte d'une connexion électrique liée à la terminaison est l'une des causes les plus courantes de défaillance des systèmes. Les contacts des connecteurs doivent être adaptés à la taille des fils du câble. Si le sertissage à la machine n'est pas disponible, utilisez les outils manuels appropriés pour réaliser des connexions électriques et mécaniques fiables entre le conducteur et le contact. Les sertissages desserrés

peuvent rouiller et perdre la connexion électrique. En outre, un sertissage excessif a tendance à couper les brins de fil, ce qui affaiblit le conducteur et crée des points chauds causés par la densité de courant plus élevée. Généralement, dans les applications de « matériel volant » ou de maintien de la vie, les terminaisons sont soudées pour éviter ces écueils.

Les connecteurs droits et à angle droit constituent un choix pour fixer les câbles aux moteurs. Les moteurs de plus grande taille nécessitent souvent des connecteurs ronds à coque métallique ou en plastique moulé. De nombreux petits moteurs utilisent des connecteurs rectangulaires en plastique plus petits ou ont des fils non terminés. Les connecteurs de traversée sont utilisés pour les connexions en ligne à travers une paroi de boîtier ou d'armoire métallique. De nombreuses commandes de servomoteurs et de moteurs pas-à-pas sont équipées de blocs de connexion pour le raccordement des câbles d'alimentation. Par ailleurs, de nombreux systèmes pas-à-pas sont munis de connexions IDC. Celles-ci doivent être limitées à des applications statiques, car tout mouvement compromettrait le connecteur.

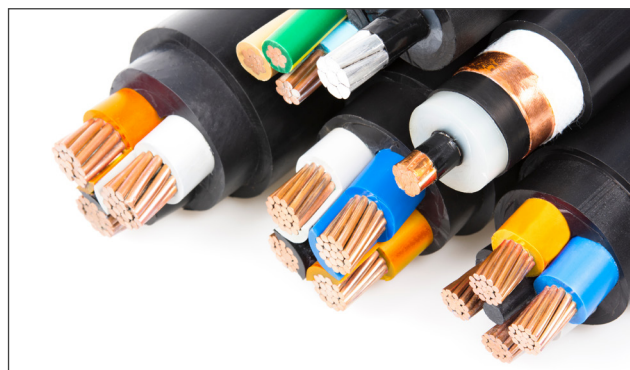
Une mise à la masse correcte du blindage est nécessaire pour réduire les émissions, augmenter l'immunité et éviter les blessures causées par les courants de masse. Les pratiques standard recommandent de relier les câbles blindés du moteur au panneau arrière du variateur à l'aide de serre-câbles métalliques.

L'installation d'un câble « juste assez long » exerce une pression inutile sur les points de terminaison du câble et peut former des coudes extrêmement serrés qui réduisent la fiabilité du câble. Par ailleurs, une longueur excessive de câble (au-delà de la disposition nécessaire) augmente le coût global du système et peut dégrader les performances. Des câbles d'asservissement plus longs que nécessaire augmentent la diaphonie et dégradent les signaux en raison de leur résistance, de leur inductance et de leur capacité inhérentes. Les câbles d'alimentation enroulés et excessivement longs réduisent les tensions d'entraînement aux bornes du moteur et agissent comme des antennes qui émettent des parasites électriques.

CONDUCTEURS

Un câble peut contenir un seul conducteur ou plusieurs conducteurs isolés disposés par paires qui transportent le courant pour les circuits d'alimentation et les boucles de régulation. Le cuivre est le matériau le plus couramment utilisé pour les fils et les câbles. Les conducteurs en aluminium ou en acier ne sont généralement pas utilisés dans les systèmes de mouvement modernes. Les conducteurs peuvent être pleins (un seul fil de cuivre) ou toronnés, le conducteur composite étant constitué de plusieurs brins plus petits, pleins et torsadés.

L'étamage améliore la résistance à la corrosion et la soudabilité des conducteurs et des brins de fils individuels. Le placage d'argent ou de nickel protège les conducteurs à des températures encore plus élevées : 200 °C pour l'argent ou 450 °C pour le nickel, mais ils sont rarement utilisés. Le cuivre nu s'oxyde rapidement à ces températures, mais de telles températures ne sont généralement pas rencontrées pour le câblage des moteurs pas-à-pas et des servomoteurs. Lorsqu'une flexibilité maximale est nécessaire, comme dans le cas des câbles flexibles continus, un câble fabriqué avec des conducteurs en cuivre nu contenant un grand nombre de brins fins est le meilleur choix.



Lorsque vous choisissez la taille d'un conducteur, tenez compte de son emplacement et de la présence d'autres conducteurs. Pour un courant donné, un conducteur situé à l'intérieur de l'enceinte d'une machine génératrice de chaleur doit être plus gros qu'un conducteur exposé à l'air libre dans une installation climatisée. Selon la spécification « NEC 75 °C » indiquée dans le tableau 310-16, les conducteurs d'un câble reliant le moteur à la commande doivent avoir un courant admissible maximum de 125 % du courant de pleine charge du moteur. Le courant admissible est défini comme le courant maximal qu'un conducteur peut supporter avant de dépasser la limite de température. Des facteurs d'évaluation doivent être utilisés pour les matériaux d'isolation ayant des températures inférieures ou supérieures et pour les applications avec des températures ambiantes élevées.

Tableau 2 – Courant admissible recommandé pour les câbles de moteur/variateur

| Taille de conducteur AWG ou MCM | Section transversale du conducteur Surface, mm ² | Courant admissible pour 75°C NEC Tableau 310-16, A |
|---------------------------------|--|---|
| 20 | 0,5 | 5 |
| 18 | 0,8 | 7 |
| 16 | 1,3 | 10 |
| 14 | 2,1 | 15 |
| 12 | 3,3 | 20 |
| 10 | 5,3 | 30 |
| 8 | 8,4 | 50 |
| 6 | 13,3 | 65 |
| 4 | 21,2 | 85 |
| 2 | 33,6 | 115 |
| 1 | 42,4 | 130 |
| 1/0 | 53,5 | 150 |
| 2/0 | 67,4 | 175 |
| 3/0 | 85,0 | 200 |
| 4/0 | 107,2 | 230 |
| 250MCM | 126,6 | 255 |
| 300MCM | 152,0 | 285 |
| 350MCM | 177,4 | 310 |
| 400MCM | 202,7 | 335 |

BLINDAGE

Souvent, l'objectif d'un câble blindé est mal compris. Le blindage peut être appliqué sur des conducteurs individuels, des paires et sur l'ensemble du câble. Dans la plupart des câbles, une gaine recouvre le blindage. La combinaison d'un blindage global et de fils torsadés permet de réduire le rayonnement électromagnétique du câble. Le blindage empêche également les radiations externes ou les champs électrostatiques de pénétrer dans les circuits et de perturber la transmission normale des signaux. Cela est particulièrement important pour les câbles transportant des signaux de retour et d'autres signaux de faible niveau.

Les câbles de résolveurs et autres câbles d'asservissement ont souvent plusieurs niveaux de protection contre les interférences électriques. Tout d'abord, les paires individuelles sont torsadées pour réduire le rayonnement électromagnétique des signaux analogiques et numériques. Ensuite, chaque paire torsadée est placée à l'intérieur d'un blindage pour réduire la diaphonie entre les paires adjacentes. Des perles de ferrite, des noyaux de ferrite de type clamp et des condensateurs sont parfois nécessaires pour atténuer les interférences électromagnétiques (EMI). Un dernier blindage général de type ferreux peut assurer une protection de haut niveau contre les interférences électromagnétiques et électrostatiques et réduire les émissions dans les applications critiques. Il s'agit généralement de l'aviation, de la défense ou du maintien de la vie, mais ils sont également présents dans les équipements industriels modernes afin de maintenir la conformité aux directives de compatibilité électromagnétique (CEM) pour les équipements industriels.

Il est nécessaire de comprendre les facteurs de couplage du bruit EMI, et le type de blindage nécessaire pour supprimer ce bruit. L'utilisation d'un blindage en feuille pour un bruit à couplage inductif est au mieux inefficace, et peut aggraver la situation si un blindage mal mis à la masse devient un radiateur. Le bruit rayonné n'affectera parfois un autre dispositif qu'à plus de $\frac{1}{2}$ longueur d'onde de distance, c'est pourquoi la conformité CEM pour le rayonnement commence à 30 MHz. En effet, un signal de forte puissance à 30 MHz sera reçu par n'importe quel appareil situé à plus de 5 mètres s'il possède une antenne de $\frac{1}{20}$ de la longueur d'onde, soit 0,5 m. La seule question est celle de la quantité de perturbations.

À d'autres occasions, l'onde magnétique de cette fréquence peut se coupler par induction à une fréquence bien inférieure. Elle ne pourra pas être caractérisée comme un signal de tension de 30 MHz, mais reste quand même un problème. Pour supprimer ce type de bruit, il faut utiliser un blindage tressé d'une couverture d'au moins 80 à 95 %, ou un blindage en fil torsadé. Tous les connecteurs doivent être métalliques (le plastique métallisé sera probablement inefficace). Les meilleures pratiques consistent à blinder la source et le récepteur, et à désactiver la méthode de couplage. Le blindage approprié s'en chargera.

Cela n'est peut-être pas évident, mais même les câbles d'alimentation nécessitent des blindages dans certaines applications. Les blindages des câbles d'alimentation contiennent les émissions EMI générées dans les conducteurs afin de protéger les équipements et le câblage adjacents. Souvent, les contrôleurs de mouvement pilotent divers types de moteurs pas-à-pas et de servomoteurs avec des courants de commutation à haute fréquence afin de minimiser les pertes dans les semi-conducteurs de puissance. Le paramètre concerné est le dv/dt , c'est-à-dire le rapport entre le temps de montée ou de descente du signal de commutation et l'amplitude de la tension à laquelle le semi-conducteur est commuté. Les tensions de commutation dv/dt importantes et abruptes produisent des courants à haut niveau d'interférence autour du câble d'alimentation, qui doit être blindé. Celles-ci peuvent facilement être mises en couplage capacitif par d'autres systèmes. Le câble d'alimentation est une source importante d'interférences électromagnétiques qui finissent par être couplées par induction à d'autres machines dans l'environnement de l'usine. Le blindage doit être suffisant jusqu'à 30 MHz pour les machines industrielles et plus pour les équipements médicaux.

Un blindage général correctement mis à la terre offre également une protection supplémentaire contre les chocs. Si l'isolation du câble d'alimentation est endommagée et que le conducteur est exposé, il est fort probable qu'il court-circuite le blindage mis à la masse et déclenche un disjoncteur ou un fusible avant d'occasionner des blessures.

CONNECTEURS

Le choix des connecteurs influe à la fois sur le choix du style de câble et sur la fiabilité globale. Chaque connexion entraîne une réduction de la fiabilité. Minimiser le nombre de connecteurs tout en maximisant la durée de vie du câble, en augmentant la facilité d'entretien et le coût sont les variables. Dans les systèmes nécessitant des rayons de courbure étroits, le choix se porte sur un câble plat. Étant donné que la plupart des connecteurs de moteur ne permettent pas d'installer des connecteurs pour ces câbles, un compromis est nécessaire. Soit le câble doit être terminé dans le connecteur du moteur, soit un connecteur intercâble doit être fourni. Avec un système à portique, typique des applications de découpe et des équipements d'assemblage électronique, deux axes de mouvement, X et Y, nécessitent normalement un ensemble de câbles d'interconnexion qui traverse les pistes mobiles. Le rayon de courbure étroit nécessite un connecteur plat spécial qui transporte les données, l'alimentation, le courant du moteur et les tensions du bus CC pour la tête mobile de la machine. Les signaux sont généralement séparés à la tête par des connecteurs, ce qui facilite les problèmes de remplacement au prix d'une dépense en connecteurs et d'une réduction de la fiabilité.



CERTIFICATIONS ET MARQUAGES

L'achat de câbles qui ont déjà été certifiés selon les normes régionales peut contribuer à faciliter le processus de certification d'un système complet. Le National Electrical Code (NEC) est la principale source de référence pour les différents types de câbles normalisés. Il exige que les tableaux soient clairement imprimés pour indiquer la taille des conducteurs, la tension, la température et les informations sur l'isolation, ainsi que les marquages d'homologation. Les marquages appliqués aux câbles vendus aux États-Unis sont UL (Underwriters' Laboratories Incorporated), CSA (Canadian Standard Association), ou les deux. Les câbles destinés à l'Europe doivent être conformes aux directives CE sur la basse tension et la compatibilité électromagnétique et être marqués en conséquence. Les tests CE de conformité EMI, comme CISPR 11, exigent un contrôle des émissions jusqu'à 1 GHz. Cela nécessite des câbles avec des blindages tressés et une couverture à 360 degrés.

NEC

Le marquage UL imprimé sur la gaine du câble indique que UL a évalué et approuvé le câble. Toutefois, UL n'évalue le câble que pour garantir sa sécurité pour les utilisateurs. L'organisme de contrôle ne s'intéresse pas aux diverses qualités des câbles, telles que la facilité de dénudage, de terminaison et de soudage, ou la diaphonie entre plusieurs conducteurs. En outre, la présence du marquage UL sur le câble connecté à un moteur ou à un variateur ne signifie pas que le moteur et le variateur ont été testés et homologués.



Pour obtenir des réponses, faites équipe avec Kollmorgen

Kollmorgen est bien plus qu'un fournisseur. Nous sommes le partenaire de votre réussite. Nous vous donnons un accès direct aux ingénieurs qui ont créé nos systèmes de commande de mouvement et qui savent répondre aux exigences des machines spécialisées. Nos outils de conception autoguidés en ligne vous aident à modéliser, à choisir et à optimiser les produits. Et grâce à la présence mondiale de nos centres de production, de conception, d'application et de service, vous avez toujours accès à un approvisionnement fiable, à une expertise de co-conception et à un support personnalisé qu'aucun autre partenaire ne peut vous offrir. Que vous mettiez à niveau une machine existante ou que vous conceviez la machine de nouvelle génération qui définira la référence pour vos clients, nous pouvons vous aider à concevoir l'exceptionnel.

Prêt à découvrir tout ce dont votre machine est capable? Visitez www.kollmorgen.com