

# Accouplements pour systèmes asservis :



*Le choix d'un accouplement pour un système asservi peut être complexe. En effet, de nombreux critères de performances entrent en jeu, par exemple : le couple, le désalignement des arbres, la rigidité, la vitesse de rotation, l'encombrement, etc. Ces critères doivent être satisfaits pour un parfait fonctionnement de l'accouplement, et il est utile avant de choisir un accouplement de connaître les spécificités de l'application dans laquelle il sera utilisé. Il existe de nombreux types d'accouplements pour systèmes asservis, avec leurs points forts et leurs points faibles. Cet article présente les différents types d'accouplements disponibles pour les systèmes asservis. Il explicite également les facteurs qui doivent être pris en considération dans le choix d'un produit en fonction de l'application dans laquelle il sera utilisé.*

## Accouplements flexibles

Les accouplements du type flexible sont réalisés en une seule pièce, en général en aluminium. Le rattrapage du désalignement et la transmission du couple sont assurés par un système de spires. Les accouplements flexibles constituent un bon premier choix, économique, pour de nombreuses applications. Leurs caractéristiques sont en général satisfaisantes. Grâce à sa conception monobloc, l'accouplement transmet le couple sans jeu et ne nécessite aucune maintenance. Cet accouplement existe en deux versions de base : avec

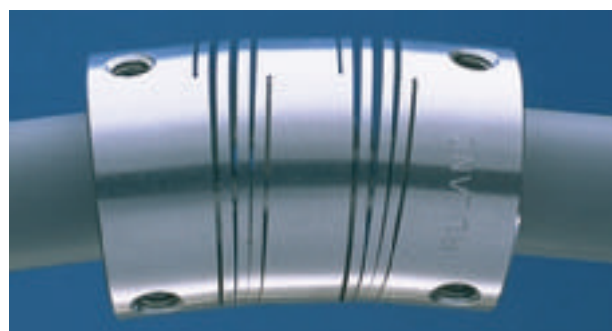
spires simples ou spires multiples. Le modèle à spire simple comprend une longue hélicoïde continue, en général sur plusieurs révolutions. Il en résulte un accouplement très élastique, appliquant de faibles charges sur le palier. Il s'adapte à tous les types de désalignement mais est mieux adapté pour le rattrapage d'un désalignement angulaire ou d'un mouvement axial. Ses caractéristiques sont restreintes dans le cas d'un désalignement parallèle car la spire simple devrait fléchir simultanément dans deux directions différentes, ce qui engendrerait des contraintes élevées dans l'accouplement et pourrait provoquer une rupture prématurée. La longue spire unique facilite la flexion de l'accouplement lors d'un désalignement, elle diminue toutefois la rigidité en torsion. Le déphasage relativement important lorsque l'accouplement est soumis à une torsion altère la précision de ce dernier et réduit ses performances globales. L'accouplement à spire simple est une option économique très bien adaptée à une application dans laquelle de faibles couples entrent en jeu, en particulier pour des raccordements à des encodeurs ou à d'autres instruments légers. Les accouplements à spires multiples qui sont généralement constitués de 2 ou 3 hélicoïdes en parallèle, répondent au problème de la faible rigidité torsionnelle. L'utilisation des spires multiples permet de raccourcir les hélicoïdes sans altérer de façon importante les performances au désalignement. Les hélicoïdes courtes confèrent à l'accouplement une plus grande rigidité torsionnelle et leur imbrication, telle que les hélicoïdes fonctionnent en parallèle, augmente le couple maximal admissible. Ces accouplements sont ainsi adaptés à des applications de service léger, avec des raccordements du type servomoteur à vis sans fin. Cette augmentation de performance a un inconvénient : les charges sur paliers sont significativement plus importantes que celles générées par le modèle à spire simple mais restent dans la majorité des cas, suffisamment faibles pour que les paliers soient efficacement protégés. Certains fabricants prennent le concept de spires multiples à un autre niveau. L'accouplement ne possède pas une seule série de spires multiples mais deux séries. L'emploi de séries multiples de spires confère à l'accouplement une flexibilité et une possibilité de rattrapage du désalignement additionnelles. Il ajoute également une dimension à la possibilité de rattrapage du désalignement de ce type d'accouplement, avec une adaptation plus facile au désalignement parallèle. Contrairement au comportement des accouplements avec une seule spire ou un seul jeu de spires, un désalignement parallèle entraîne

la flexion d'une série de spires dans une direction et la flexion de l'autre série dans l'autre direction, l'accouplement s'adapte ainsi mieux à ce type de désalignement. Les modèles en aluminium sont les plus utilisés. Toutefois, plusieurs fabricants proposent également des modèles en acier inoxydable. L'acier inoxydable apporte une protection contre la corrosion. Il augmente également le couple maximal transmissible et la rigidité en torsion parfois d'un facteur deux par rapport au même modèle en aluminium. L'augmentation du couple et de la rigidité est contrebalancée par une importante augmentation de la masse et de l'inertie. Les effets négatifs l'emportent très souvent sur les effets positifs et obligent l'utilisateur à chercher un autre type d'accouplement. Dans les applications utilisant des petits moteurs, un fort pourcentage du couple moteur est utilisé pour compenser l'inertie de l'accouplement, réduisant ainsi fortement les performances du système.

## Accouplements Oldham



L'accouplement Oldham est un accouplement constitué de trois parties: deux moyeux et un élément central. Le disque central, généralement en plastique ou, plus rarement, en métal, est l'élément de transmission du couple. La transmission du couple est assurée par l'insertion des doigts d'entraînement des moyeux dans les logements pratiqués de chaque côté de l'élément central et orientés à 90 degrés l'un par rapport à l'autre. Les doigts du moyeu sont emboîtés dans les logements du disque avec une légère pression. Cet emboîtement en force permet un fonctionnement sans jeu de l'accouplement. Il faut toutefois noter que le glissement du disque sur les doigts provoquera avec le temps une usure qui génèrera du jeu dans l'accouplement. Les disques, éléments peu onéreux, peuvent être facilement remplacés afin de restaurer les performances initiales. En fonctionnement, l'élément central glisse sur le doigt du moyeu pour compenser le désalignement. Etant donné que la force de frottement entre le moyeu et le disque est la seule force résistante au désalignement, les charges sur palier appliquées par les accou-



## des solutions en fonction de l'utilisation

lements Oldham n'augmentent pas avec le désalignement. Contrairement aux autres types d'accouplement, aucun élément de flexion n'agit comme ressort, et n'entraîne donc une augmentation de la charge sur les paliers lorsque le désalignement des arbres augmente. Ce type d'accouplement permet uniquement un faible désalignement angulaire (< 1 degré) et un faible déplacement axial (< 0,13 mm), la plage de vitesse est limitée à 4000 tr/mn. Un important désalignement angulaire provoque une perte des caractéristiques de transmission homocinétique de l'accouplement, le déplacement axial est de plus limité par la conception en trois éléments de l'accouplement, qui ne permet pas des applications du type va-et-vient. Ainsi, étant donné que l'élément central est un élément libre, la position des deux arbres doit être maintenue pour empêcher la dissociation de l'accouplement. Cette conception est plus particulièrement bien adaptée pour le rattrapage de désalignements parallèles relativement importants (de 6,3 à 2,5 mm ou plus en fonction de la taille de l'accouplement). Les fabricants d'accouplements indiquent en général de plus petites valeurs de désalignement, ce qui permet aux utilisateurs d'obtenir une durée de vie maximale. Ces valeurs peuvent être dépassées au dépend de la durée de vie de l'accouplement. La possibilité de choisir différents matériaux de disque est un avantage de ce type d'accouplement. Plusieurs fabricants proposent une gamme de matériaux afin de répondre aux différents besoins des applications. Généralement, si un matériau est idéal dans une application pour laquelle une absence de jeu, une rigidité en torsion et un couple élevés sont requis, un autre l'est dans une application pour laquelle les critères de positionnement sont moins stricts, un jeu nul n'est pas requis et pour laquelle l'absorption des vibrations et la réduction du bruit peuvent être un avantage. Les éléments non-métalliques sont également des isolants électriques et peuvent agir comme fusibles mécaniques. Si l'élément en plastique est défectueux, il rompt proprement et ne permet plus la transmission de puissance, évitant ainsi d'autres endommagements qui pourraient survenir sur d'autres pièces plus onéreuses de la machine.

### Accouplements élastiques sans jeu

Les accouplements élastiques sans jeu sont constitués de deux moyeux métalliques et d'un élément élastomère communément appelé dans l'industrie " flector ou garniture ". L'élément s'emboîte entre les doigts d'entraînement des moyeux de l'accouplement, un doigt de chaque moyeu étant alternativement inséré entre les dents de l'élément. Comme

dans un accouplement oldham, l'emboîtement en force du flector entre les doigts des moyeux permet d'obtenir un jeu nul. Contrairement à l'accouplement Oldham, où le disque de torsion est en cisaillement sous les sollicitations en torsion, la garniture de cet accouplement fonctionne en compression. L'utilisateur doit faire attention lorsqu'il utilise un accouplement élastique sans jeu, à ce que les valeurs nominales du couple maximal, indiquées par les fabricants, ne soient pas dépassées ; ces



valeurs peuvent être nettement inférieures aux limites physiques de la garniture. Si les valeurs nominales sont dépassées, le flector peut être soumis à une compression telle qu'il n'y a plus de précontrainte. Un jeu s'ensuivra, probablement sans que l'utilisateur ne s'en aperçoive jusqu'à ce qu'il y ait un problème. Les accouplements élastiques sont bien équilibrés et peuvent très bien fonctionner dans des applications à hautes vitesses de rotation (vitesses nominales indiquées par les fabricants : jusqu'à 40 000 tr/mn et plus), ils ne supportent toutefois pas d'importants désalignements, en particulier les déplacements axiaux. Des désalignement parallèles et angulaires importants entraînent des charges sur paliers plus élevées que celles générées par la majorité des autres types d'accouplement pour systèmes asservis. Un autre facteur à prendre en compte est la conséquence de la rupture de l'accouplement. Si un doigt d'accouplement rompt, l'accouplement ne se désengrène pas. Les doigts des deux moyeux s'engrèneront de manière similaire à celle des dents d'engrenage et continueront à transmettre le couple par contact métal contre métal. Ceci peut, en fonction de l'application, soit être souhaitable soit causer des problèmes dans l'ensemble du système dans lequel l'accouplement est installé. Un avantage de l'accouplement élastique sans jeu est la possibilité de mélanger et d'emboîter des éléments en fonction de l'application. Les fabricants d'accouplements élastiques sans jeu proposent une multitude de matériaux de différentes duretés et résistances à la température. L'utilisateur peut ainsi choisir exactement l'élément qui correspond aux critères de performances de l'application.

### Accouplements flexibles à lamelles

Les accouplements à lamelles sont constitués au minimum de deux moyeux et d'un disque fin, métallique ou composite, qui constitue l'élément de transmission du couple. La lamelle est généralement fixé aux moyeux par une goupille de blocage qui ne permet aucun

jeu entre la lamelle et les moyeux. Certains fabricants proposent des accouplements à lamelles constitués de deux lamelles séparées par un élément central rigide, fixé à chaque extrémité à un moyeu. Cet élément central rigide est en règle générale métallique mais il existe également des versions en plastique pour les modèles avec isolation électrique. L'augmentation des propriétés isolantes est obtenue au dépend du couple maximal transmissible et de la rigidité en torsion. La différence entre les deux versions est tout à fait similaire à celle qui existe entre l'accouplement à spire simple et l'accouplement constitué de deux séries de spires. L'accouplement à une seule lamelle n'est pas bien adapté au rattrapage du désalignement parallèle en raison de la flexion complexe du disque qui pourrait être imposée. Le modèle à deux lamelles permet des flexions dans des directions opposées de chaque lamelle pour rattraper le décalage parallèle. Les propriétés de ce type d'accouplement sont équivalentes à celles des accouplements à soufflets. En fait, les modes de transmission du couple sont en général très similaires. Les lamelles, très minces, peuvent fléchir facilement sous la charge résultant du désalignement, l'accouplement supporte ainsi un important désalignement (jusqu'à 5 degrés) avec une charge sur paliers parmi les plus faibles dans un accouplement pour systèmes asservis. Les lamelles sont très rigides en torsion. Les valeurs nominales des accouplements à lamelles sont toutefois légèrement inférieures à celles des accouplements à soufflets. Un point faible de ces accouplements est leur fragilité et leur tendance à être facilement endommagés en cas de mauvaise utilisation ou de mauvaise installation. Un soin particulier doit être apporté afin de s'assurer, pour un bon fonctionnement, que le désalignement est compris dans les valeurs nominales de l'accouplement.



### Accouplements à soufflets

L'accouplement à soufflet est un assemblage de deux moyeux et d'un fin soufflet à paroi métallique. L'assemblage est réalisé dans la majorité des cas par soudage ou par collage des moyeux au soufflet. Bien que d'autres matériaux puissent être ou sont utilisés, les deux matériaux les plus employés pour les soufflets sont l'acier inoxydable et le nickel. Les soufflets en nickel sont fabriqués par

## Système anticollision fiable même dans les virages



Jusqu'ici pour assurer une protection sûre contre les collisions de transporteurs aériens utilisant des courbes, il était nécessaire d'utiliser plusieurs capteurs pour assurer cette opération, rendant l'installation compliquée et les coûts d'exploitation plus élevés. L'HRT 96W 5000 (grand angle) à élimination d'arrière plan, en liaison avec un adhésif réfléchissant, offre une distance de détection maximum de 5 m. Ce détecteur laser travaille selon le principe éprouvé de mesure de décalage de phases, et détermine la distance en comparant le signal émis et le signal reçu. Cela garantit une reproductibilité des points de commutation à +/-20 mm près. Le détecteur dispose ainsi d'une excellente

élimination d'arrière plan et de ce fait, ne détecte que l'adhésif réfléchissant, sans être influencé par les structures brillantes environnantes. Construit dans un boîtier métallique robuste, le HRT 96 W s'alimente de 10 à 30Vcc et se raccorde facilement à l'aide d'un connecteur de type M1.

**Leuze Electronic**

Tél. 01 60 05 12 20

**INFO W195**

# FieldLink®

Venez nous rendre visite  
au salon Automation Optimization  
Paris, Septembre 27 - 29, 2005  
hall 7.2, stand 44

## Câbles bus pour l'automatisation

Ethernet Industrie, PROFIBUS, Foundation Fieldbus, INTERBUS, DeviceNet, CAN, CC-Link, EIB, AS-Interface, SafetyBUS p

THE QUALITY CONNECTION

# LEONI

Wire • Cable • Wiring Systems

LEONI Special Cables GmbH  
Teléphone +33 (0)337337504 • Nike.schwansil@leoni.com • www.leoni-special-cables.com

**NOUVEAU** **Amortisseurs de choc SENTRY®** **AE&T**

Pour protéger efficacement vos structures, piliers, rayonnages, engins de manutention, ainsi que les opérateurs.




Version "Rack Sentry"® pour rayonnages

Version "Column Sentry"® pour piliers

- Fabrication très robuste en plastique rotomoulé, à mémoire de forme
- Usage intensif : nombreux impacts de chocs

Documentation disponible : **AE&T** Tél. 05 59 06 06 00 - Fax 05 59 06 44 63

Découvrez les amortisseurs Sentry® : [www.aet.fr](http://www.aet.fr)

# TECHNOLOGIE

électrodéposition. Cette méthode met en jeu un mandrin de la forme du soufflet fini. Le nickel est déposé par électrodéposition sur le mandrin, ce dernier est ensuite dissout chimiquement, laissant le soufflet fini. Cette méthode permet au fabricant de contrôler avec précision l'épaisseur de la paroi du soufflet et de réaliser des parois plus fines qu'avec d'autres méthodes de formage de soufflets. Les parois minces confèrent à l'accouplement une plus grande sensibilité et une bonne réactivité, le rendant ainsi idéalement adapté aux applications mettant en jeu de petites instrumentations extrêmement précises. Les fines parois réduisent toutefois le couple maximal transmissible des soufflets, limitant ainsi les applications. Les soufflets en acier inoxydable sont plus résistants que ceux en nickel et sont généralement fabriqués par un procédé appelé hydroformage. Un tube à paroi mince est placé dans une machine puis soumis à une importante pression hydraulique pour le formage des convolutions du soufflet autour d'un outillage spécial. De par les caractéristiques des soufflets, ces accouplements sont un mode idéal de transmission du couple dans les systèmes asservis. La fine paroi uniforme du soufflet facilite la flexion sous des charges générées par les trois types de base de désalignement entre les arbres (angulaire, parallèle, déplacement axial). Les soufflets permettent un désalignement angulaire allant jusqu'à 1 - 2 degrés et un désalignement parallèle et un déplacement axial de 2,5 à 5,1 mm. La paroi mince et uniforme sollicite peu les paliers. La charge reste constante en tous points de la rotation, sans endommagement cyclique des points faiblement et fortement sollicités, que l'on trouve dans certains autres types d'accouplement. Ces propriétés sont obtenues tout en conservant une bonne rigidité à la torsion. La rigidité en torsion est un facteur clé dans la détermination de la précision de l'accouplement. Plus l'accouplement est rigide, plus la translation du mouvement du moteur à l'élément entraîné est précise. Les accouplements à soufflets sont parmi les plus rigides des accouplements pour systèmes asservis disponibles sur le marché. Ils sont donc idéaux pour des applications à hautes performances, qui demandent un haut degré de précision et de répétabilité. Certains fabricants proposent des accouplements avec des moyeux en acier inoxydable qui peuvent être utiles dans des applications où la résistance à la corrosion est importante.



## Accouplements rigides

Bien que dans le passé nombreux soient ceux qui ne considéreraient plus l'utilisation de ce type d'accouplements dans un système asservi, les accouplements rigides, à présent de dimensions réduites, en particulier les accouplements en aluminium, sont de plus en plus utilisés dans les systèmes asservis en raison du couple maximal transmissible élevé, de leur rigidité et de leur absence de jeu. Comme le nom l'indique, les accouplements rigides sont des accouplements rigides en torsion, avec un déphasage virtuellement nul lorsqu'ils sont soumis à un couple. Ils sont toutefois également rigides sous des forces engendrées par un désalignement. En présence d'un désalignement dans le système, les forces engendreront la rupture prématurée des arbres, des paliers ou de l'accouplement. Ceci signifie également que les accouplements ne peuvent pas fonctionner à des vitesses de rotation très élevées. En effet, ils ne peuvent pas compenser les variations thermiques qui pourraient être générées par la montée en température des arbres tournant à haute vitesse. Cependant, lorsque les désalignements peuvent être strictement contrôlés, les accouplements rigides offrent d'excellentes caractéristiques dans les systèmes asservis.



*William Hewitson, Product Engineering Manager Ruland Manufacturing Company  
(Distribution France : Michaud Chailly).*