FAULHABER

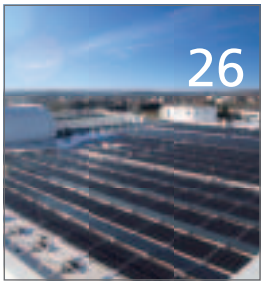
motion

01.2016

LE MAGAZINE MOTEUR

« GAGNEZ EN PUISSANCE »

AVEC LA NOUVELLE GENERATION



ROBOTIQUE

06 Zippermast : le mètre ruban et la fermeture éclair
Technologie télescopique stupéfiante avec un large potentiel d'applications

PROTHÈSES

10 Innovation main dans la main
La technologie d'entraînement FAULHABER participe au développement de la prothèse bionique de main la plus réaliste au monde

OUTILS INDUSTRIELS & ÉQUIPEMENT DE PRODUCTION

14 Qualité d'impression parfaite et durée de vie garantie
PrintJet ADVANCED pour l'étiquetage industriel des armoires électriques

MÉDECINE

18 L'air, c'est la vie !
Solution d'entraînement sur mesure pour l'anesthésie

NOUVEAUTÉS

22 « Gagnez en puissance » avec la nouvelle génération
Nouvelle série de contrôleur de mouvement V3.0

DÉVELOPPEMENT DURABLE

26 Un nouveau toit ingénieux
FAULHABER mise sur l'énergie solaire pour générer de l'électricité

Chère lectrice, cher lecteur,

Depuis des années déjà, la tendance va vers une mise en réseau au sein de l'industrie. Les composants utilisés dans les machines et les installations sont de plus en plus intelligents : ils reçoivent les instructions et communiquent en temps réel avec le centre de contrôle des processus via des systèmes de bus de terrain tels que EtherCAT. Une approche pour laquelle la « force motrice » dans l'automatisation, c'est-à-dire les systèmes d'entraînement et surtout les électroniques de commande, joue un rôle essentiel. Nous en avons tiré les conséquences et développé une nouvelle génération de contrôleurs de mouvement qui répond à toutes les attentes. Lisez à ce sujet nos actualités produits, page 22.

Lors du développement de son mât « Zippermast », la société progenoX GmbH a elle aussi suivi une approche nouvelle et très prometteuse. Découvrez comment les micromoteurs C.C. de FAULHABER participent au principe de construction exceptionnel de cette technologie télescopique innovante.

Lisez aussi dans ce numéro comment cinq années de collaboration intensive ont permis de développer la prothèse de main bionique la plus réaliste du monde, comment nos solutions d'entraînement jouent un rôle clé dans les systèmes d'anesthésie et de ventilation ou comment deux moteurs de FAULHABER peuvent mettre de l'ordre dans les armoires électriques industrielles.

Vous serez également conquis par les nombreux autres sujets fascinants.

Avec mes meilleures salutations

Dr. Fritz Faulhaber
Associé gérant

MENTIONS LÉGALES

Édition 01.2016

Éditeur / rédaction :
DR. FRITZ FAULHABER
GMBH & CO. KG
Schönaich · Germany
Tél. : +49 (0)70 31/638-0
Fax : +49 (0)70 31/638-100
E-mail : info@faulhaber.de
www.faulhaber.com

Graphisme :
Regelmann Kommunikation
Pforzheim · Germany
www.regelmann.de

Crédit photo & droits d'auteur :
Tous droits réservés. Les droits sur les graphiques et photographies utilisés et sur les marques citées sont détenus par leurs propriétaires respectifs. Les droits d'auteur relatifs aux articles reviennent à l'éditeur. Une reproduction ou une diffusion électronique, même partielle, n'est autorisée qu'avec autorisation expresse de l'éditeur.

Parution & abonnement :
FAULHABER motion paraît deux fois par an et est distribué gratuitement aux clients, prospects et employés de FAULHABER.

FAULHABER motion existe désormais également en tant qu'application.

www.faulhaber.com/motion

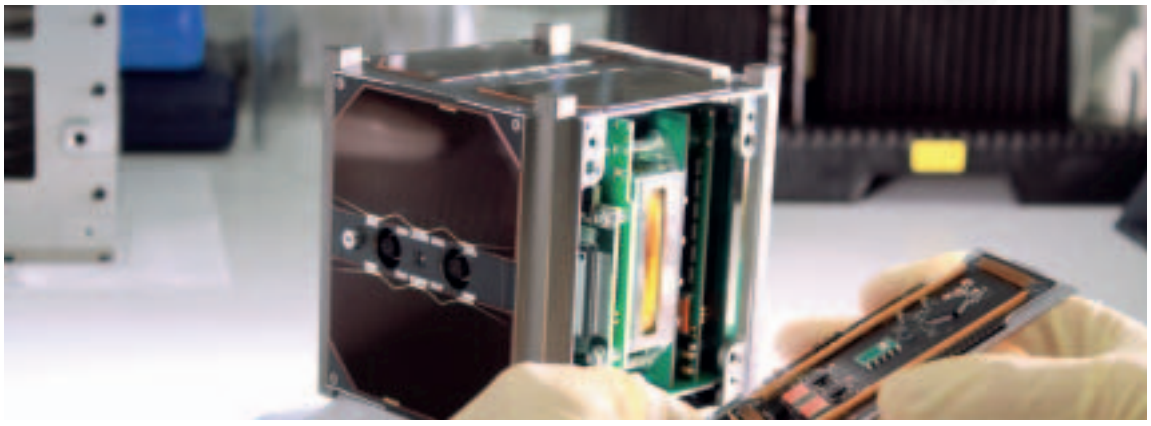
NOUVEAU

FORCE & CONTRÔLE. LA NOUVELLE SÉRIE 1024 ... SR

Avec la série SR à commutation par métaux précieux de FAULHABER, la précision de dynamique de régulation est un engagement. Pour la nouvelle série de moteurs 1024 ... SR, une puissance impressionnante vient s'y ajouter. Équipée du réducteur approprié, la série 1024 ... SR (diamètre de 10 mm) atteint un couple de sortie de 300 mNm. Ceci correspond environ à deux fois la puissance des moteurs comparables d'autres fabricants. La série 1024 ... SR maîtrise différentes charges avec un synchronisme serein et un faible niveau de vibration et de bruit. De plus, une gamme de réducteurs, de codeurs ainsi que de contrôleurs de mouvement et de vitesse assortis, permet de l'adapter de manière optimale à des applications exigeantes, telles que les appareils portatifs ou l'équipement optique.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

www.faulhaber.com/news



PETIT UWE SUR ORBITE

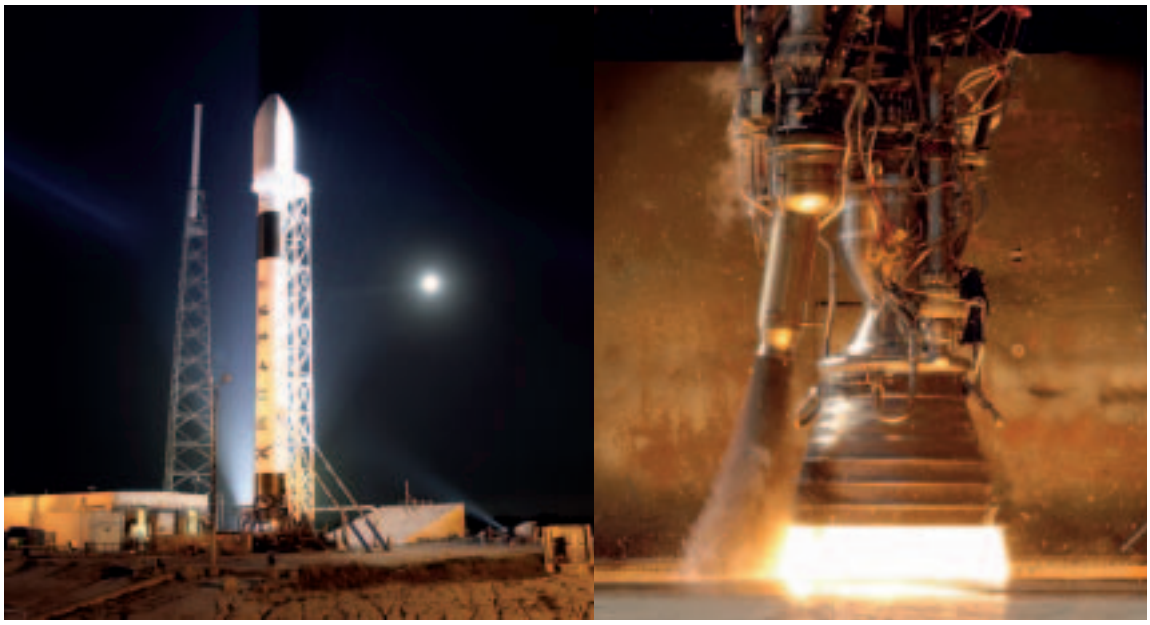
UWE est une série de picosatellites qui font 10 cm de côté et pèsent seulement un kilogramme. Grâce à une technologie des plus innovatrices, ces satellites miniatures sont sur orbite depuis plus de 2 ans et envoient des données à la terre à une hauteur de 800 km. Le satellite UWE est le résultat du travail de recherche sur la miniaturisation effectué par des étudiants en aéronautique et aérospatiale de l'université de Wurtzbourg (Allemagne). Les connaissances acquises grâce à UWE doivent permettre d'améliorer la communication des « grands » satellites, destinés notamment à fournir des images en trois dimensions des zones touchées par un tremblement de terre. La société FAULHABER est très heureuse de participer à cette mission en fournissant la technologie puissante de microentraînement à UWE.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

www.telematik-zentrum.de
www.faulhaber.com/news

RÉCUPÉRATION DE FUSÉE RÉUSSIE

Avec le lanceur Falcon 9, l'entreprise d'astronautique commerciale SpaceX a réalisé un travail de pionnier de l'aérospatiale. Falcon 9 s'élança de Cape Canaveral en Floride (États-Unis), plaça en orbite onze satellites à une hauteur de 200 km avant de décrire un arc de cercle pour venir se poser sur terre à la verticale, environ 10 minutes après son lancement. Pour rentabiliser davantage les lanceurs, des efforts sont entrepris pour minimiser la combustion de carburant pendant le fonctionnement. Une vanne de régulation du carburant spécialement conçue, entraînée par des servomoteurs robustes et fiables de FAULHABER, assure en temps réel la proportion de mélange optimale.



INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

www.faulhaber.com/news

Photos :
Space Exploration Technologies

NOUVEAU

HAUTE PRÉCISION GRÂCE AU PRINCIPE DE MESURE OPTIQUE

Les nouveaux codeurs IER3 et IERS3 de la société FAULHABER se distinguent par leur grande qualité de signal ainsi que par une conception particulièrement compacte. Cette dernière a été obtenue grâce à une solution mono-puce innovante permettant de réunir des LED, des photodétecteurs, une unité d'évaluation et des étages d'interpolation dans un espace très restreint. Les moteurs passent seulement d'une longueur que de 15,5 à 18,5 mm. Avec la meilleure résolution de sa catégorie, l'avantage du codeur IER3 est clair : jusqu'à 10 000 impulsions par tour offrent une dynamique de régulation très élevée et un synchronisme ultra-précis. Les nouveaux codeurs constituent ainsi la solution idéale pour les applications de positionnement très précises dans la technologie médicale et la métrologie, la fabrication de semi-conducteurs, l'automatisation de laboratoire ou les systèmes optiques. Grâce à leur capacité de résistance aux champs magnétiques puissants, ils s'avèrent également parfaitement adaptés aux applications de tomographie et de traitement d'images.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

www.faulhaber.com/news

ZIPPERMAST :

Le mètre ruban ET la fermeture éclair

Le véhicule à chenilles télécommandé, de la taille d'une voiturette, s'arrête juste avant le mur à hauteur d'homme. Un mât au bout duquel une caméra est placée s'élève alors de l'intérieur. Quelques instants plus tard, la caméra dispose d'une vue dégagée sur ce qui se passe de l'autre côté du mur. Le véhicule destiné à l'exploration sans conducteur est fourni par la société bavaroise progenoX. Le point fort de ce système est le mât extrêmement compact « Zippermast », constitué de trois bandes en acier imbriquées les unes dans les autres selon le principe de la fermeture éclair. Le déploiement et la rétractation fiables de cette construction unique sont assurés par un moteur de FAULHABER.

12 MÈTRES

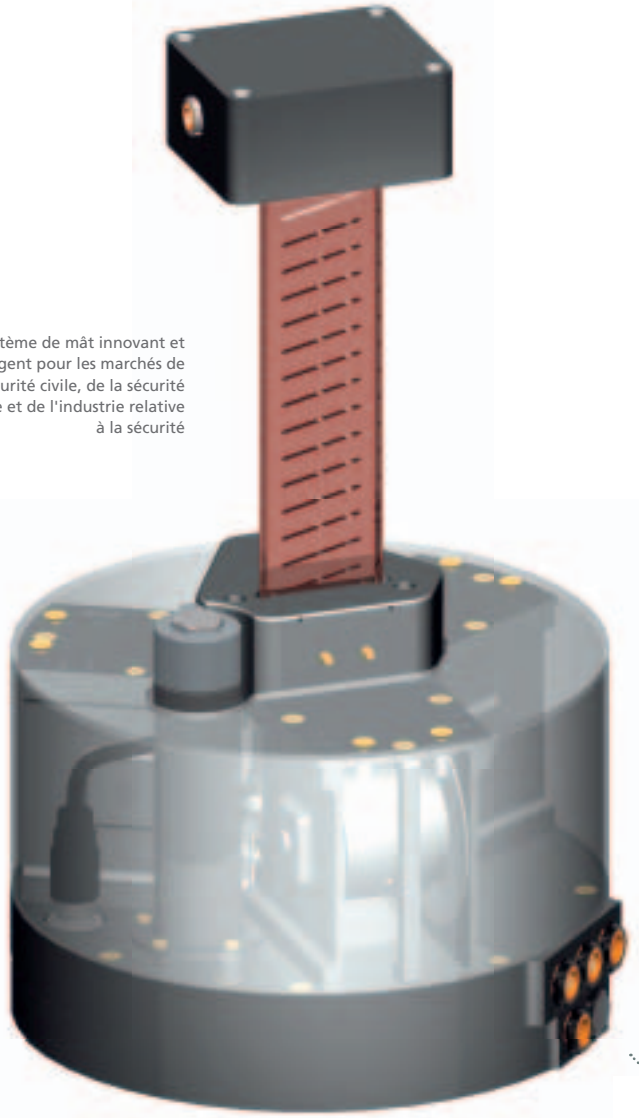
« Pour celui qui voit le mât Zippermast pour la première fois, il est stupéfiant de constater à quelle hauteur il peut être déployé. », indique Frank Woodcock, Président directeur général de progenoX. En effet, le boîtier dans lequel se cache le mât est très petit : le plus petit modèle ZM4 fait à peine 15 centimètres de haut et le modèle standard ZM8 fait 25 centimètres. Le numéro de modèle correspond à la hauteur de déploiement maximale du mât, exprimée en pieds. Il s'agit d'environ deux mètres et demi pour le modèle ZM8 qui est également facile à porter avec un poids de sept kilogrammes. Le mât du modèle ZM40 peut, quant à lui, atteindre une hauteur de plus de 12 mètres.

Inspiré du mètre ruban

Le développement de la technologie télescopique originale a été lancé suite à une demande de l'armée américaine. Cette dernière était à la recherche d'un système particulièrement compact et robuste et pouvant être utilisée sur des véhicules sans conducteur. Le concepteur du Zippermast, George Woodruff, s'est inspiré du mètre ruban métallique qui est sous tension grâce à son incurvation et se laisse donc dérouler sans se plier. M. Woodruff a pris trois bandes en acier et les a imbriquées pour le déploiement selon le principe de la fermeture éclair. Les bandes flexibles constituent ainsi un mât stable.

Les trois bandes en acier ressort inoxydable sont enroulées sur des bobines et disposées selon un angle de 120 degrés l'une par rapport à l'autre. Une vis-mère située au centre de ce triangle attrape les bandes par les fentes obliques prévues à cet effet. La rotation de la vis filetée entraîne les bandes qui se déroulent vers le haut. Ce faisant, leurs bords dentés extérieurs s'accrochent les uns dans les autres. Il est donc possible de déployer le Zippermast jusqu'à n'importe quelle position intermédiaire. Le maintien de cette position ne nécessite aucun dispositif de verrouillage : le poids des bandes et la charge reposent sur le filetage de la vis qui, comme l'écrou sur la vis, ne peut donc bouger que par un effet de rotation.

« Lorsque j'ai vu le Zippermast pour la première fois, j'ai été immédiatement convaincu par le principe de construction. », se souvient Frank Woodcock. En 2012, il acheta la technologie aux États-Unis pour l'amener en Allemagne. Avec son équipe de progenoX, ils ont industrialisé le mât télescopique. La clientèle est essentiellement composée des « unités à gyrophare », telles que les pompiers, les services de secours, la protection contre les catastrophes, la protection civile et la police. Ceux-ci utilisent le mât principalement pour des missions de surveillance et de reconnaissance, c'est-à-dire les domaines d'application pour lesquels il a été conçu à l'origine. Mais entretemps, le Zippermast s'est également montré utile pour d'autres tâches, telles que l'inspection de tuyauteries et canalisations. Il est par exemple utilisé dans une centrale nucléaire pour rechercher d'éventuelles fissures et corps étrangers dans les systèmes de ventilation et d'aération.



Système de mât innovant et intelligent pour les marchés de la sécurité civile, de la sécurité intérieure et de l'industrie relative à la sécurité

SOLIDITÉ GRÂCE AU TRAITEMENT THERMIQUE DES BANDES EN ACIER

Peu encombrant et stable

Grâce aux bandes enroulées, le Zippermast peut être intégré dans un très petit boîtier. Un autre avantage de cette conception est que le diamètre du Zippermast reste le même dans chaque position et sur toute la longueur, contrairement aux mâts télescopiques qui sont constitués de pièces emboîtées les unes dans les autres. Il reste ainsi suffisamment de place à l'intérieur du mât pour y faire passer un câble à l'abri des influences extérieures, par la vis filetée et jusqu'à la tête.

Son principe de construction offre également une très grande stabilité au Zippermast. Cette solidité est encore accrue grâce au traitement thermique des bandes en acier. Pour ce faire, les bandes enroulées sur les bobines sont chauffées, puis refroidies à nouveau. La structure cristalline de l'acier s'adapte à cette position et tend à l'adopter. Le déroulement des bandes génère donc une tension qui renforce davantage le mât. Grâce à sa stabilité, le Zippermast peut également être déployé et subir des charges à l'horizontale.

Conception compacte et mobile pour l'usage dissimulé

Adapté pour la haute mer et l'espace

progenoX a beaucoup fait pour rendre le Zippermast apte au fonctionnement quotidien. Les bandes en acier sont désormais pourvues d'un revêtement spécial afin de minimiser l'abrasion. La vis-mère est durcie au cours d'un processus thermique et le dispositif électronique est encapsulé. De plus, le moteur utilisé à l'origine pour la vis filetée a été remplacé. « Lors du choix de l'entraînement optimal, nous avons bénéficié de l'excellent support technique de FAULHABER. », souligne Frank Woodcock.

Étant donné que le Zippermast est souvent utilisé dans des conditions extrêmes, il a besoin d'un moteur particulièrement robuste et durable. Il était également important d'obtenir une très grande puissance pour un faible encombrement. « Le moteur qui entraîne la vis filetée devait pouvoir s'intégrer entre deux des trois bandes en acier enroulées et son diamètre ne devait donc pas être supérieur à 32 millimètres. », se souvient Andreas Eiler, responsable du projet chez FAULHABER. Le micromoteur C.C. devait également fournir un couple élevé pour permettre un déploiement rapide du mât même soumis à une charge. La décision commune s'est donc portée sur un micromoteur C.C. de FAULHABER. Celui-ci fournit un couple nominal de 120 mNm grâce à son puissant aimant en terres rares. Le Zippermast a en outre besoin d'un réducteur performant. Le choix s'est ici porté sur un réducteur planétaire de FAULHABER. « Ils sont entièrement constitués de composants en acier. », souligne Andreas Eiler.

Pour permettre au moteur de fonctionner de manière fiable dans des conditions ambiantes extrêmes, il a été équipé d'un boîtier en plastique très résistant. Le micromoteur C.C. satisfait ainsi aux exigences de la classe de protection IP 68 ; il est protégé de la poussière et de l'eau et résistant aux produits chimiques ainsi qu'aux rayons UV et infrarouges. Le micromoteur C.C. de FAULHABER entraîne également le modèle de Zippermast résistant à l'eau de mer qui peut notamment être intégré à une bouée en mer. M. Woodcock n'écarte pas non plus l'idée d'une utilisation dans l'espace et a déjà répondu à deux appels d'offres : « Le Zippermast peut par exemple très bien servir de flèche pour les satellites de petite et moyenne tailles, les antennes ou les appareils optiques. De plus, nous collaborons avec la société ODG-ARGO qui fournit des véhicules robotisés aux agences spatiales NASA et CSA. Nous venons d'installer le Zippermast sur l'un des robots ARGO qui doit être utilisé pour une mission prévue sur Mars. Je pense que nous avons de bonnes chances de participer à l'un de ces projets spatiaux. »

MICROMOTEUR C.C.
Série 3272 CR
∅ 32 mm, longueur 72 mm
Couple 120 mNm

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

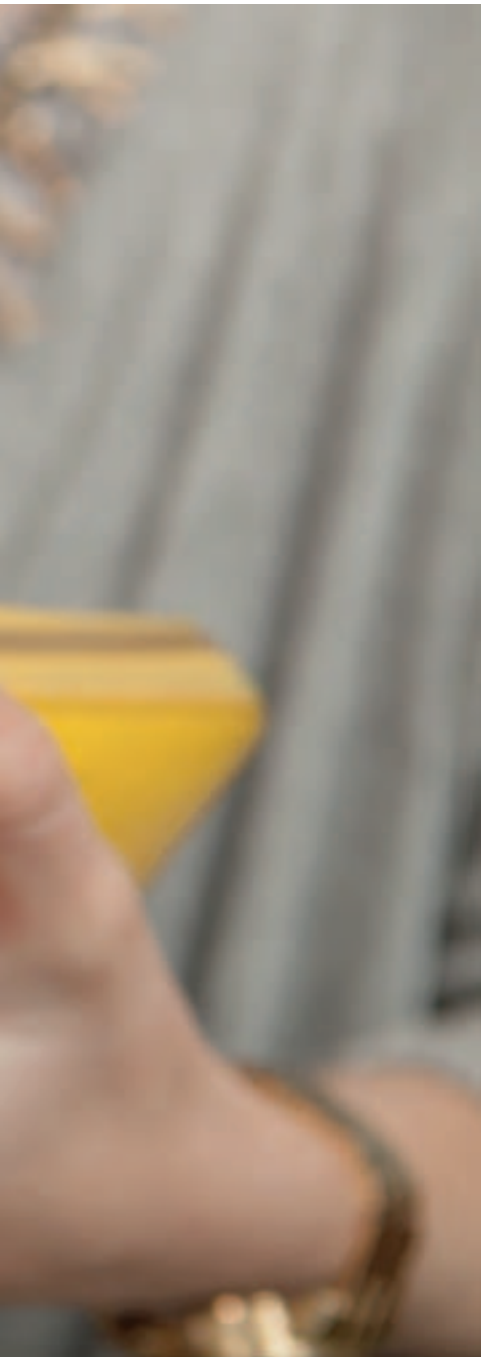
ZIPPERMAST GmbH
www.zippermast.de
www.progenox.com

FAULHABER Allemagne
www.faulhaber.com

PROTHÈSES

Innovation
MAIN DANS LA MAIN

Faire ses lacets, plier des draps, ouvrir un paquet de chips : la liste des actions difficiles à réaliser avec une seule main est infinie. Les personnes avec une amputation congénitale ou qui ont par exemple perdu une main lors d'un accident sont confrontées à ces obstacles chaque jour. Afin de faciliter leur quotidien, l'entreprise britannique Steeper a développé la prothèse de main myoélectrique Bebionic. Grâce aux moteurs performants de FAULHABER, la prothèse peut saisir facilement, rapidement et avec force et maintenir cette force de préhension.



La prothèse myoélectrique Bebionic pèse entre 400 et 600 grammes, ce qui représente à peu près le poids d'une main naturelle.

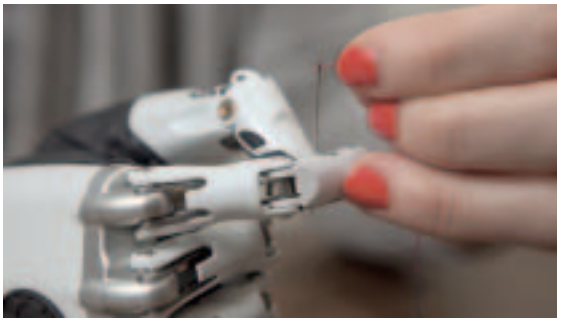
La plupart d'entre nous ne connaissent les prothèses fonctionnelles que des films de science-fiction, dans lesquels les extrémités artificielles donnent des forces surhumaines. Dans la vraie vie, les prothèses bioniques de main ne transforment pas ceux qui les portent en super-héros. Toutefois, elles leur permettent de réaliser de nombreuses choses qui s'avèrent naturelles pour la plupart des gens.

Mouvement intuitif

La prothèse myoélectrique Bebionic pèse entre 400 et 600 grammes, ce qui représente à peu près le poids d'une main naturelle. Elle est commandée par de petits signaux électriques dans le corps. Ceux-ci sont générés par des contractions musculaires et peuvent être mesurés à l'aide d'électrodes sur la peau comme lors d'un électrocardiogramme pour le diagnostic cardiaque. Deux électrodes intégrées dans la tige de la prothèse détectent les signaux myoélectriques et les transmettent à l'électronique de commande. Ces signaux sont renforcés et utilisés pour l'activation des cinq petits moteurs électriques (un pour chaque doigt) qui font bouger les doigts et permettent ainsi d'ouvrir ou de fermer la main. C'est l'intensité de la contraction musculaire qui détermine la vitesse et la force de préhension : un signal faible génère un mouvement lent tandis qu'un signal fort produit un mouvement rapide.

Les muscles utilisés pour ouvrir et fermer la prothèse de main sont ceux qui assurent le mouvement du poignet pour une main naturelle. La personne équipée d'un prothèse doit donc apprendre à se servir de ces muscles pour une autre fonction. « Le cerveau humain est doté d'une incroyable capacité d'adaptation. En l'espace de peu de temps, les personnes effectuent les mouvements de manière aussi

14 MODES DE PRÉ-HENSION



Chaque doigt dispose de son propre moteur électrique pour le bouger

intuitive qu'un conducteur appuie sur la pédale de frein pour freiner. », explique Ted Varley, directeur technique chez Steeper.

Des moteurs supplémentaires pour plus de contrôle

La première main myoélectrique est arrivée au début des années 1980 sur le marché. Elle était actionnée par un moteur individuel et n'avait qu'un seul mécanisme de préhension : il était possible de former une pince en fermant le pouce, l'index et le majeur. L'annulaire et l'auriculaire n'étaient présents que pour des raisons esthétiques et n'était dotés d'aucune force de préhension. Il y a une dizaine d'années, ce concept a été entièrement modifié pour la main Bebionic. « Nous avons constaté que les personnes acceptent une faible force de préhension par doigt si cela leur octroie plus de flexibilité. », explique Ted Varley. Pour pouvoir les commander de manière individuelle, chacun des doigts de la main Bebionic est équipé de son propre moteur électrique. Quatre moteurs des doigts sont placés dans la paume de la main et le cinquième se trouve dans le pouce même. Des codeurs sont intégrés aux moteurs pour détecter à tout moment la position précise des doigts.

Grâce à l'électronique de commande individuelle, il est possible de disposer les doigts de manière à former un total de 14 modèles de préhension différents. La prise de clé (où le pouce monte et descend tandis que les autres doigts restent pliés) permet par exemple de tenir des objets plats, tels qu'une assiette, une clé ou une carte de crédit. Avec la prise en crochet, il est possible de porter des charges lourdes de jusqu'à 25 kilogrammes, avec l'index tendu d'utiliser les claviers et télécommandes. Pour la préhension de force, le pouce se trouve en position opposée aux autres doigts qui se ferment jusqu'à rencontrer une résistance. Cette fonction est utilisée pour saisir des objets de forme irrégulière, tels qu'un verre à vin. « Cette posture a l'air beaucoup plus naturelle qu'une prise en pince. De plus, la préhension est plus stable lorsque tous les doigts sont utilisés. », souligne Ted Varley.

Plus grande estime de soi

La main bionique rend beaucoup d'activités quotidiennes plus faciles. « En fait, les choses facilitées par la prothèses sont souvent des bagatelles. Mais mises bout à bout, ces bagatelles contribuent à une bien meilleure qualité de vie. », raconte Ted Varley.

De plus, la main artificielle a un effet psychologique important : « De nombreux utilisateurs rapportent qu'ils ont une plus grande estime de soi grâce à Bebionic, car leur prothèse high-tech suscite l'intérêt et la fascination. »

Le design attractif de la prothèse joue ici un rôle essentiel. « Notre approche lors de la conception de la troisième génération de Bebionic était plutôt inhabituelle pour le domaine prothétique : nous avons tout d'abord développé l'enveloppe, puis recherché des solutions pour y intégrer les différents composants. », souligne Ted Varley. « Il y a encore cinq ans, cela aurait était impossible pour la petite main, la technologie n'était pas assez avancée pour cela. » En 2013, lorsque la société Steeper s'est adressée à FAULHABER pour son projet, le micromoteur C.C. de la série 1024 SR, prédestiné pour l'application, se trouvait encore en phase de développement. Les équipes de projet des deux parties ont alors accéléré simultanément le développement de la série de moteurs et de la prothèse de main. Les équipes de développement de STEEPER et de FAULHABER se sont régulièrement rencontrées en Grande-Bretagne et en Suisse. L'intermédiaire de ces rencontres et partenaire exclusif de distribution de FAULHABER en Grande-Bretagne, Electro Mechanical Systems (EMS), y a également participé. Cette intensive collaboration a finalement donné naissance à un moteur avec un rapport force/volume hors du commun et à un entraînement sur mesure pour le pouce, couronnant ainsi de succès la coopération approfondie lors du développement.

MICROMOTEUR C.C.
Série 1024 SR
∅ 10 mm, longueur 24 mm
Couple 1,3 mNm

Excellentes performances

Le nouveau micromoteur C.C. de la série 1024 SR est effectivement le meilleur de sa catégorie et le plus performant de sa taille disponible sur le marché. Avec un diamètre de 10 mm et une longueur de 24 mm, il fournit un couple de maintien de 4,6 mNm. De plus, grâce à la faible vitesse de rotation, il offre un couple d'entraînement élevé constant sur toute la plage de vitesses. Les bonnes performances sont rendues possibles notamment grâce au développement d'une nouvelle bobine qui contient 60 % de cuivre en plus par rapport au modèle précédent et qui a été combinée avec un puissant aimant en terres rares. Afin de garantir un mouvement le plus silencieux possible, la main artificielle a été équipée de réducteurs planétaires sur mesure de la série 10/1 qui ne contient aucune matière plastique. « Le développement d'un système d'entraînement linéaire destiné à être intégré dans le pouce a représenté un défi particulier. », indique Tiziano Bordonzotti, ingénieur commercial chez FAULHABER Minimotor. Le roulement à quatre points ultra-précis de la filiale de FAULHABER Micro Precision Systems (MPS) a permis un dimensionnement de l'entraînement bien plus court que ceux de la concurrence. Grâce à ses caractéristiques uniques, le roulement à quatre points peut résister aux forces axiales élevées nécessaires à l'application et ce, malgré des dimensions inférieures à celles de systèmes de paliers alternatifs. Avec une longueur totale inférieure à 49 mm, l'entraînement complet du pouce est en mesure de supporter une force axiale de jusqu'à 300 N.

Ted Varley est très satisfait du résultat de cette collaboration : « La main Bebionic de taille S est la prothèse myoélectrique de main la plus réaliste du marché. Nous n'aurions pas pu réaliser ce projet sans l'étroite coopération et l'engagement de l'équipe de projet FAULHABER. »

La main Bebionic de taille S est la prothèse myoélectrique de main la plus réaliste du marché.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

bebionic
www.bebionic.com

FAULHABER Suisse
www.faulhaber.com

QUALITÉ

D'IMPRESSION PARFAITE ET DURÉE DE VIE GARANTIE

PrintJet ADVANCED pour l'étiquetage industriel des armoires électriques

Où va ce câble, déjà ? Il s'agit là d'une question qu'une entreprise industrielle ne peut tout simplement plus se permettre de poser. Même dix ans après l'installation d'une armoire électrique, il doit être possible à tout moment de distinguer l'alimentation électrique du système de climatisation du circuit de sécurité pour la chaîne de montage. L'entreprise Weidmüller, située à Detmold (Allemagne), développe et produit entre autres des systèmes de marquage qui permettent de faire cette distinction. Son système d'étiquetage à jet d'encre PrintJet ADVANCED est un appareil unique capable d'imprimer (en couleur) aussi bien sur le métal que sur le plastique. Le transport précis du matériel à travers l'unité d'impression et sur le parcours de fixage est assuré par deux moteurs de FAULHABER.

Tout se retrouve dans l'armoire électrique : câbles, fusibles, relais, transformateurs et points de raccordement. Tout doit être bien connecté pour que les composants électroniques et électriques fassent leur travail correctement et que tout fonctionne normalement. De nos jours, les schémas de câblage sont naturellement conçus sur ordinateur. Le système de planification produit également le contenu de l'étiquetage des composants. La société Weidmüller a développé son propre logiciel M-Print® PRO qui prend en charge ces données et les transmet au format adapté à l'imprimante industrielle spéciale.

Polymérisation sous l'action de la chaleur

La dernière génération d'imprimantes Weidmüller, PrintJet ADVANCED, est également désignée par les initiales PJA au sein de l'entreprise. Elle dispose de quatre cartouches (noir, cyan, magenta et jaune) d'une encre qui est appliquée par la tête d'impression sur le matériel à imprimer, selon la procédure à passages multiples. Il s'agit là des seuls points communs avec une imprimante de bureau classique. L'encre elle-même est une conception propre et n'a rien à voir avec celle d'une imprimante classique. Elle est bien à base d'eau comme l'encre usuelle, mais a été spécialement conçue pour les surfaces non absorbantes.

Aucune humidité n'est transmise à la surface, comme c'est le cas sur le papier. Au lieu de cela, l'encre est fixée et polymérisée par effet thermique. Les molécules de l'encre forment ainsi de longues chaînes stables. Cette réaction est déclenchée par la lumière infrarouge et la température. Après ce traitement, l'impression peut résister à l'essuyage et au rayage, à l'essence, à l'huile de perçage, à la transpiration, à l'acétone, à un grand nombre de solvants et de produits d'entretien, ainsi qu'à la plupart des produits chimiques. Le processus de polymérisation détermine ainsi la durabilité de l'impression.

« Les repères imprimés en métal ou en plastique suivent un parcours de fixage avec des émetteurs infrarouges et sont soumis à une température définie pendant quelques secondes. Le processus dure légèrement plus longtemps pour les repères en métal. », décrit Michael Gockel, responsable du développement pour les repères et les outils chez Weidmüller. « Un cycle précis et reproductible s'avère ici essentiel afin de garantir un apport de chaleur toujours identique. Si les cartes passent trop vite, le fixage sera inachevé et la couleur ne sera pas suffisamment fixée. Dans le cas contraire, la chaleur sera trop importante et le matériel soumis à des températures plus élevées que nécessaire.

Afin d'éviter ces deux cas de figure, le moteur qui entraîne les cartes sur le parcours de fixage doit

Les repères imprimés en métal ou en plastique suivent un parcours de fixage avec des emetteurs infrarouges et sont soumis à une température définie pendant quelques secondes.

fonctionner de manière absolument régulière. Ceci est réalisé grâce à un moteur à rotor plat de seulement 7 mm de longueur, le moteur C.C. 2619 de FAULHABER. Une vitesse de rotation constante est assurée grâce à un contrôleur de vitesse intégré et une puissance fournie régulière est garantie par son couple élevé, même sous charge. Avec le réducteur de 12 mm de long, l'entraînement entier mesure moins de deux centimètres, ce qui représente un avantage décisif puisque le boîtier de l'imprimante spéciale doit contenir de nombreux composants techniques dans un espace des plus réduits. Un entraînement issu de la technique classique aurait fait plus de deux ou trois fois cette taille.

Synchronisation parfaite

Au début d'une tâche d'impression, une MultiCard (contenant jusqu'à deux cents étiquettes individuelles) tombe de la cartouche intégrée sur la voie de transport, puis elle est amenée jusqu'à la position de départ avant l'impression. « Ce bref transport était auparavant assuré par un moteur simple dont la vitesse pouvait varier de 20 % de la valeur de consigne. Cette variation devait ensuite être compensée au prix d'efforts considérables. Un nouveau moteur FAULHABER nous évite ces efforts, puisqu'un ajustement supplémentaire lors du transport est désormais inutile. »

Le moteur déjà mentionné, en place sur le parcours de fixage, synchronise également le transport des cartes dans l'unité d'impression. Les exigences y sont très similaires à celles du parcours de fixage. La position de départ est contrôlée lors du référencement, la carte est avancée dans l'unité d'impression et imprimée.

« Le référencement permet de placer exactement le matériel et l'inscription. », explique Michael Gockel. « Mais pour que la tête d'impression rencontre toujours le bon emplacement, le transport de la MultiCard doit être extrêmement précis. »

Le couplage de l'unité d'impression et du parcours de fixage qui devait auparavant être réglé individuellement, fonctionne désormais sans problème puisque les deux moteurs du même type garantissent une transition sans heurt entre les zones d'impression et de fixage, sans autre intervention. « Leurs données de performance sont intégrées dans le logiciel de commande. », explique le responsable du développement. « Le fonctionnement fiable de l'entraînement rend tout réglage ou adaptation du programme inutile : ils marchent automatiquement de manière synchrone. »

Le moteur déjà mentionné en place sur le parcours de fixage synchronise également le transport des cartes dans l'unité d'impression.

MOTORÉDUCTEUR C.C.

Série 2619...SR IE2-16
∅ 26 mm, longueur 19,2 mm
Couple 100 mNm

SYNCHRONISATION PARFAITE

Modification spécifique au client

Lors du développement de l'imprimante PJA, des experts de FAULHABER ont également été mis à contribution. Ils ont fourni les conseils approfondis habituels et la conception de l'entraînement spécifique à l'application, mais pas seulement. « Pour que le moteur soit parfaitement adapté à l'imprimante, nous lui avons apporté certaines modifications. », rapporte Thomas Kraus, responsable du projet chez FAULHABER. « Nous avons notamment adapté le connecteur et le cordon, équipé le câble d'une décharge de traction, changé la longueur de l'arbre de sortie du moteur et y avons ajouté un support pour le montage d'une roue. De plus, nous avons reconfiguré la platine de commande et adapté la fréquence de commande afin d'obtenir la meilleure marche possible. L'unité dispose ainsi d'une fonction intégrée de régulation de vitesse qui permet, par exemple, de garantir que des cartes en métal et en plastique de poids différents puissent toujours être transportées à la bonne vitesse. » Michael Gockel garde un bon souvenir de l'échange professionnel : « Cela fût une collaboration très intense et couronnée de succès. »

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
www.weidmueller.de

FAULHABER Allemagne
www.faulhaber.com

L'AIR, C'EST la vie !

Il y a beaucoup d'expériences dont on se passerait bien. C'est très certainement le cas pour la plupart des opérations sous anesthésie générale avec ventilation artificielle. Cependant, nous avons aujourd'hui un avantage décisif par rapport aux générations précédentes : les technologies médicales se sont développées à une vitesse fulgurante ces dernières années. Des systèmes innovants d'anesthésie et de ventilation contribuent grandement à rendre toujours plus sûres et plus douces les anesthésies nécessaires aux opérations. Des solutions d'entraînement parfaitement adaptées à ces systèmes exigeants jouent un rôle clé à cet égard.

Unité de ventilation avec solution d'entraînement sur mesure de FAULHABER

L'appareil d'anesthésie regroupe en un seul système l'ensemble des fonctions, de la thérapie de ventilation à la surveillance, en passant par l'intégration de la technique de perfusion et l'automatisation des différentes tâches.

L'appareil d'anesthésie Zeus Infinity Empowered (IE) de Dräger constitue un exemple typique de la performance des technologies médicales modernes. En effet, il regroupe en un seul système l'ensemble des fonctions, de la thérapie de ventilation à la surveillance, en passant par l'intégration de la technique de perfusion et l'automatisation des différentes tâches.

Unité à turbine interchangeable et stérilisable

Avec un ventilateur à turbine, l'appareil peut également être utilisé comme système d'anesthésie fermé avec réinhalation complète. Le dosage exact des gaz anesthésiques dans le système fermé réduit la consommation de gaz et de produits anesthésiques. La ventilation basée sur une turbine donne en outre au patient la possibilité de respirer librement à tout moment (respiration spontanée). Les adultes, les enfants et les nouveau-nés peuvent donc être ventilés de façon adéquate tout au long de l'anesthésie. L'unité à turbine, souvent appelée aussi unité de ventilation, peut être remplacée en quelques gestes en cas de besoin. Elle est aussi autoclavable, c'est-à-dire qu'elle est stérilisée via un traitement intensif à la vapeur à 134 °C en autoclave.

Mais cela pose des exigences élevées aux composants utilisés, dans la mesure où la turbine, l'entraînement, etc. doivent résister à la vapeur d'eau chaude. Le choix des matériaux n'a rien de trivial. Ainsi, tous les composants montés dans l'unité à turbine doivent être fabriqués exclusivement à partir de matériaux biocompatibles puisqu'ils sont en contact direct avec l'air respiré par le patient. De plus, des dimensions compactes sont indispensables afin que l'unité puisse être correctement intégrée dans l'appareil d'anesthésie et manipulée facilement lors du remplacement et du nettoyage. Outre la robustesse, la biocompatibilité et la fiabilité, le moteur utilisé doit donc présenter aussi impérativement une puissance élevée dans un faible encombrement.

Un profil exigeant requis

Ces exigences ne peuvent pas être satisfaites avec des composants standards. « Pour le développement de l'unité à turbine pour notre Zeus IE, nous avons trouvé en FAULHABER un partenaire compétent qui a su nous convaincre non seulement par son savoir-faire dans la technologie d'entraînement, mais aussi par ses compétences en matière de systèmes », se réjouit Torsten Theede, Global Commodity Manager Electronics chez Dräger. « Pour le développement, nous avons travaillé dès le début en étroite collaboration et l'entreprise de Schönaich nous livre aujourd'hui l'unité complète prête à être montée, constituée à 100 % de composants spécialement mis au point pour notre application. »

Comme base pour l'entraînement de l'unité de ventilation, le choix d'un moteur C.C. sans balais s'est imposé. Les moteurs du programme FAULHABER sont conçus pour des conditions d'utilisation extrêmes et se prêtent donc à toutes les applications requérant une fiabilité élevée, un fonctionnement précis et une longue durée de vie. Un fonctionnement sans à-coups, un bruit réduit ainsi qu'une puissance et une dynamique élevées pour un faible encombrement, font également partie des propriétés typiques de ces moteurs. Les développeurs ont toutefois été confrontés à des défis majeurs en ce qui concerne l'entraînement recherché pour l'unité de ventilation : il fallait un « petit costaud » capable d'accélérer en quelques millisecondes et de freiner tout aussi rapidement. « C'est important pour que le patient ne soit pas obligé de lutter contre la machine pour respirer », explique Torsten Theede. « L'unité de ventilation et par là même l'entraînement doivent par conséquent réagir de manière extrêmement rapide et précise. »

Un « petit costaud » doté de propriétés particulières

Les défis ont été relevés et le résultat est convaincant. Le moteur C.C. sans balais créé sur mesure

pour l'unité de ventilation est intégré dans un boîtier robuste en acier inoxydable et ne mesure que 46 mm de long pour un diamètre de 24 mm. Pour parvenir malgré tout aux données de performance requises, les aimants et les composants utilisés ont été optimisés. Étant donné que l'ensemble des colles et lubrifiants utilisés devaient être biocompatibles et que l'unité complète devait être autoclavable, le choix des matériaux s'est révélé être une tâche ardue. Pour la sélection des roulements à bille, les développeurs ont par exemple travaillé avec des spécialistes externes pour trouver la combinaison de matériaux optimale, avec des lubrifiants biocompatibles et adaptée aux vitesses de rotation extrêmement élevées.

Le système convainc également sur le plan mécanique : la pompe à ailettes qui génère le flux d'air est directement montée sur le moteur. Les connexions électriques sont encastrées dans la masse de scellement. Une mémoire EPROM a également été intégrée dans la masse de scellement. En cas de besoin, on peut y lire le numéro de série, l'historique de l'entraînement et même le nombre d'heures d'exploitation. Les signaux des capteurs à effet Hall intégrés dans le moteur sont traités par la commande maître du système qui contrôle le moteur en fonction des exigences d'anesthésie et de ventilation.

L'unité de ventilation dans son ensemble a un diamètre de 120 mm et une longueur de 220 mm seulement. « Elle a déjà fait ses preuves dans la pratique », se réjouit Torsten Theede. « C'est pourquoi la collaboration s'est poursuivie et l'unité à turbine pour notre station d'anesthésie Perseus A500 est aussi le fruit de notre travail en commun avec les spécialistes des entraînements de Schönaich. Ce système offre également des stratégies de ventilation différenciée qui permettent à tout moment la respiration spontanée du patient. Il est lui aussi utilisé avec succès dans de nombreuses cliniques depuis quelques années. Bien entendu, la solution d'entraînement sur mesure de l'unité de ventilation y a aussi contribué », conclut Torsten Theede.

Avec Perseus A500 de Dräger, la station d'anesthésie peut être configurée de manière à obtenir une prise en charge optimale des opérations.

La ventilation de l'avenir pour l'anesthésie

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

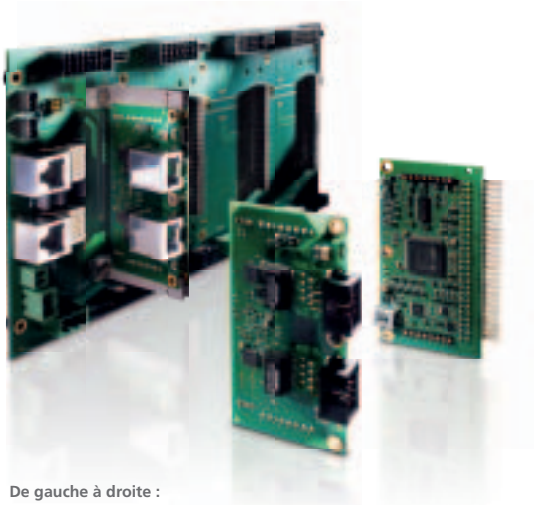
Drägerwerk AG & Co. KGaA
www.draeger.com

FAULHABER Allemagne
www.faulhaber.com

« GAGNEZ EN PUISSANCE »

AVEC LA NOUVELLE GENERATION

Dans le monde de l'industrie connectée en réseau, la technologie d'entraînement joue un rôle prépondérant puisqu'il ne peut y avoir d'automatisation sans « force motrice ». Cette nouvelle approche a de vastes conséquences notamment pour les techniques de commande : les principales exigences sont aujourd'hui l'intelligence décentralisée, la capacité de communication en temps réel avec la centrale de contrôle de contrôle des processus, une excellente compatibilité concernant la technologie d'entraînement mise en œuvre ainsi que la flexibilité et l'adaptabilité maximales en matière de domaines d'application. FAULHABER en a tiré les conséquences et a développé une nouvelle génération de contrôleurs de mouvement qui répond à toutes les attentes.



De gauche à droite :

Contrôleur de mouvement standard avec boîtier et raccords enfichables

Carte mère avec quatre emplacements pour contrôleur MC 5004

Modèle sur circuit imprimé du contrôleur de mouvement pour l'installation directe au sein de l'application client

Les nouveaux contrôleurs de mouvement de la génération V3.0 de FAULHABER sont des commandes de positionnement polyvalentes et hautement dynamiques. Sans s'y limiter, mais parfaitement optimisées pour la gamme d'entraînements de FAULHABER, celles-ci tirent le maximum de chaque entraînement – qu'il s'agisse de micromoteurs C.C. ou de servomoteurs C.C. sans balais ou linéaires. Mais quelles sont les caractéristiques détaillées de la nouvelle génération d'électroniques de commande ?

Large gamme de produits

Étant donné que les tâches et environnements d'exploitation des micromoteurs et des électroniques de commande sont très complexes et variés, trois variantes d'appareil différentes sont disponibles au lancement sur le marché : les contrôleurs de mouvement MC 5005 et MC 5010 avec boîtier et raccords enfichables sont conçus pour être installés dans une armoire électrique ou dans des appareils. La variante MC 5004 est destinée à l'installation sous forme de carte enfichable ouverte dans un boîtier existant. Associée à une carte mère disponible en option, elle constitue un outil d'ingénierie qui facilite le passage à des applications à plusieurs axes.

Pour une utilisation directement dans l'environnement d'automatisation, la nouvelle génération est en outre disponible comme variante intégrée sous la forme d'une solution d'entraînement complète. Les systèmes compacts de contrôle de mouvement de FAULHABER réunissent des servomoteurs performants et des techniques de commande intelligentes en un minimum d'espace. Un système sophistiqué de modules permet de combiner les nouveaux contrôleurs de mouvement avec différents servomoteurs C.C. sans balais dans un boîtier unique qui, équipé d'une bague d'étanchéité en option, répond aux exigences du standard de protection IP54. Déjà préconfectionnés, ces systèmes de contrôle du mouvement se raccordent par le biais de connecteurs ronds selon la norme industrielle.

Grande fonctionnalité

Deux interfaces de codeur disponibles en standard permettent de raccorder des codeurs optiques ou incrémentaux, des codeurs absolus ou les capteurs à effet Hall numériques ou analogiques intégrés au moteur. De plus, des signaux analogiques ou PWM peuvent à présent être utilisés comme signalisation en retour de position et de vitesse. Les contrôleurs de mouvement de la génération V3 disposent d'au moins trois entrées numériques, de deux entrées analogiques à utilisation flexible et de deux sorties numériques permettant de commander directement des freins de maintien.

Contrôleurs de mouvement, génération V3.0

Alimentation moteur :	0 à 50 V
Tensions pour l'alimentation électronique :	entre 12 et 50 V
Courant continu :	10 A max., avec des courants de pointe possibles jusqu'à 30 A
Plages de vitesse :	0 à 30 000 tours/min (moteurs à commutation sinusoïdale) 0 à 60 000 tours/min (moteurs à commutation en bloc)

Système de contrôle du mouvement avec moteur intégré et contrôleur

Les entrées permettent aussi de raccorder un codeur de référence supplémentaire pour les spécifications de position (mode d'engrenage) ou un signal d'impusion/de direction pour spécifier la position. Le mouvement de l'entraînement peut aussi être synchronisé sur un mouvement en cours par le biais d'un codeur de référence et de l'entrée de palpeur. La spécification de consigne PWM est possible via le bus de terrain, l'interface USB, les entrées discrètes ou les programmes séquentiels. À cet effet, il est possible d'enregistrer jusqu'à huit programmes séquentiels écrits en BASIC dans les contrôleurs de mouvement ; l'un d'entre eux peut être sélectionné comme option de démarrage automatique.

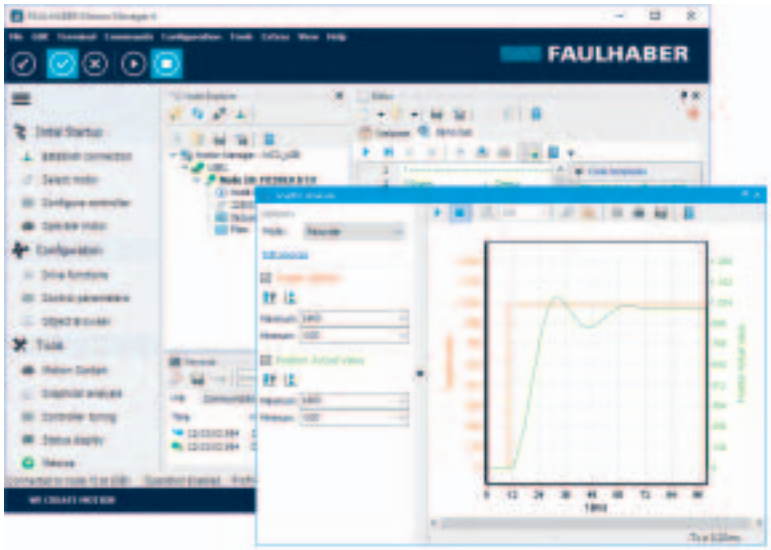
Mise en service facile

Pour le nouveau contrôleur de mouvement, l'accent a été mis sur la simplicité de la mise en service. Ainsi, un logiciel utilisateur nettement amélioré est disponible ; un concept de connecteurs cohérent et un grand choix de câbles accessoires facilitent le raccordement électrique. Pour les applications et les domaines d'exploitation autonomes sans électronique de commande maître, il existe un nouvel environnement de programmation plus performant mais qui reste simple à utiliser. De plus, le matériel et les logiciels offrent des possibilités d'extension en cas de besoin et peuvent être adaptés aux besoins spécifiques des clients.

La version 6 de Motion Manager a été entièrement revue et corrigée et peut être téléchargée gratuitement sur le site Internet de FAULHABER. Des fonctions connues comme l'analyse graphique de signaux internes ont été perfectionnées. Ainsi, un oscilloscope logiciel pour les opérations directement effectuées dans le régulateur et de nombreuses autres fonctions sont désormais accessibles via des boîtes de dialogue graphiques. Grâce aux fonctions d'assistance pour l'établissement de la connexion, la sélection du moteur et la configuration du régulateur, la première mise en service ne prend que cinq minutes. D'autres boîtes de dialogue graphiques aident l'utilisateur dans l'ajustement précis de l'application et dans le test des différents modes de fonctionnement. Des fonctions de diagnostic permettent la surveillance continue de l'entraînement. Visual Basic permet d'automatiser les manipulations, par exemple pour la mise en service ou les tests récurrents. Autre nouveauté : la gestion de projets qui regroupe les réglages et les données d'un entraînement dans un fichier de projet et qui facilite ainsi la gestion de versions et l'entretien.

Mise en réseau optimale

Du point de vue de la communication, les nouveaux contrôleurs de mouvement répondent aussi à toutes les attentes : quatre interfaces sont disponibles au total pour différentes tâches. La configuration s'effectue par exemple via une interface USB. Pour la liaison avec les techniques d'automatisation, RS232 et CANopen sont prévus en tant que bus de terrain standard. De plus, EtherCAT avec CoE (CANopen via EtherCAT) est possible en option. Ainsi, toutes les fonctions et tous les modes de fonctionnement sont disponibles par le biais de toutes les interfaces et la configuration repose sur le profil CANopen Servo Drive (CiA 402). Les modes cycliques CSP, CSV et CST traditionnels de l'environnement CANopen / EtherCAT pour le fonctionnement synchronisé de plusieurs axes sont également pris en charge.



Nouveau Motion Manager 6 avec une interface utilisateur entièrement remaniée et de nombreuses nouvelles fonctions

Équipe du projet (de gauche à droite) :

Volker Hausladen (chef de projet Contrôle du mouvement), Andree Treinzen (ingénieur, Contrôle du mouvement & micrologiciel), Dr. Andreas Wagener (ingénieur, direction Contrôle du mouvement & micrologiciel), Markus Ruthardt (ingénieur, Contrôle du mouvement & micrologiciel), Yannick Porro (ingénieur, Développement des moyens de production), Dietmar Schramm (ingénieur, Électronique, PC, logiciels & interfaces), Alexander Schinko (ingénieur, Application)

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

FAULHABER
www.faulhaber.com/mc/fr

UN NOUVEAU toit INGÉNIEUX

FAULHABER met en service une première installation solaire

Le soleil est une source d'énergie impressionnante : il émet chaque année jusqu'à 10 000 fois plus d'énergie sur la terre que la population mondiale n'en consomme. Les installations photovoltaïques utilisent cette énergie lumineuse et la transforment directement et écologiquement en énergie électrique. Sur son site de Schönaich (Allemagne), la société FAULHABER mise elle aussi sur l'énergie solaire pour générer de l'électricité.

À l'automne 2015, les techniciens de l'entreprise revotec energy GmbH de Leonberg (Allemagne) ont installé 576 modules individuels répartis sur une surface de 928 mètres carrés, sur le toit de la société FAULHABER GmbH. Cela correspond environ à trois terrains de tennis et demi. Les modules sont montés sur le toit plat avec une inclinaison de 10° et ne sont donc pas visible d'en bas. La moitié des modules est orientée vers l'est (92°) et l'autre moitié vers l'ouest (272°). Plutôt que l'ancienne orientation vers le sud, une orientation est-ouest est aujourd'hui privilégiée car l'expérience a montré qu'elle fournissait un meilleur rendement.

928 m²

576 MODULES

147.339 kWh/an

Consommation interne à 100 %

L'énergie du générateur est de 147 339 kilowattheures par an. Cela correspond environ à la consommation annuelle moyenne de 30 ménages de quatre personnes en Allemagne. Le courant généré par cette première installation photovoltaïque sur le site de Schönaich est entièrement utilisé pour les besoins internes. La part du solaire dans la consommation totale d'électricité de l'entreprise au point d'alimentation (bâtiments I et II) est de 5,9 %. Si l'on considère l'ensemble des trois bâtiments du site de Schönaich, l'énergie provenant de la nouvelle installation représente 4,3 % de la consommation totale.

Protection du climat en point de mire

Réduire les émissions de CO_2 nocives et économiser les ressources d'énergie font partie des principes de la stratégie de développement durable que mène FAULHABER de manière responsable et consciencieuse. Cela s'applique déjà au développement des produits : les systèmes d'entraînement de FAULHABER ont un haut rendement pour une faible consommation énergétique et participent ainsi à la protection du climat. Mais même au-delà, l'action de l'entreprise FAULHABER est marquée par la volonté de renforcer la protection de l'environnement de manière active et continue. La certification du système de management environnemental selon ISO 14001 souligne davantage encore cette volonté. Concrètement, cela signifie d'assurer une efficacité des utilisations matérielles et énergétiques dès la production, d'exploiter le potentiel de recyclage et de tenir compte des aspects environnementaux également dans l'infrastructure des installations de fabrication.

88 tonnes de CO_2 évitées

Étant donné que le toit plat d'un des bâtiments de FAULHABER devait faire l'objet de travaux de rénovation, il a semblé évident de rechercher une solution d'avenir qui tienne aussi compte la protection de l'environnement. Chaque année, la nouvelle installation photovoltaïque permet d'éviter l'émission de plus de 88.300 kilogrammes de CO_2. Les modules d'interface de l'installation sont en outre conçus de manière à permettre une éventuelle extension sur le toit voisin. Un moniteur situé dans l'espace d'accueil de FAULHABER indique aux employés et aux visiteurs les données de performance actuelles de l'installation ainsi que la somme du courant déjà fourni depuis la mise en service.

Données techniques

Modules individuels : 576
Surface : 928 m²
Puissance du générateur : 161,28 kWc
Énergie du générateur : 147 339 kWh/an
Pourcentage d'autoconsommation : 100 %
Émissions de CO_2 évitées : 88.341 kg/an

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

revotec energy GmbH
www.revotec-energy.de

FAULHABER Allemagne
www.faulhaber.com/de/de/ueber-faulhaber/developpement-durable/

DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

ESCALADE LIBRE en TOUTE SÉCURITÉ

Un partenaire d'assurage est vital lors des travaux effectués à des hauteurs vertigineuses ou pour les sports d'escalade. Ou plutôt il l'était ! Avec EPIC (Electronic Partner for Individual Climbing), la technologie d'entraînement la plus moderne fait son entrée dans le secteur de l'assurage en hauteur. Sous le nom complet SKYLOTEC EPIC et « powered by AUROCO », il s'agit là du premier système entièrement automatique permettant l'escalade sans partenaire d'assurage. Il révolutionne la sécurité au travail des grimpeurs de l'industrie (par exemple dans les entrepôts à hauts rayonnages et les ports à conteneurs ou sur les éoliennes), ainsi que les sports d'escalade. Rendez-vous dans le prochain numéro pour découvrir ce qui a motivé le choix de la technique innovante de FAULHABER pour le prototype et jusqu'à la production en série de l'équipement SKYLOTEC EPIC portable à batterie.

N° d'ident. 000.9123.16

Informations complémentaires :

faulhaber.com
faulhaber.com/facebook
faulhaber.com/youtubeDE
faulhaber.com/linkedin
faulhaber.com/instagram

FAULHABER motion existe désormais également en tant qu'application.

Suivez ce code QR pour accéder au téléchargement gratuit.

JETZT BEI Google play
Laden im App Store

WE CREATE MOTION