

motion

01.2018

LE MAGAZINE MOTEUR



HAUTES PERFORMANCES
DANS LA PAUME
DE VOTRE MAIN



06



14



22



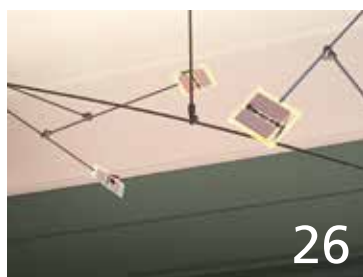
04



10



18



26

ANNIVERSAIRE

04 Une longueur d'avance 30 années durant

FAULHABER PRECISTep fête ses 30 ans

GRAND PUBLIC

06 Presto fortissimo

Les moteurs linéaires de FAULHABER augmentent le volume sonore des pianos

GRAND PUBLIC

10 Phares des temps modernes

La technologie d'entraînement garantit un clignotement fiable sur d'innombrables phares

SCIENCES MÉDICALES

14 Chaleur, tranquillité et confort

Cette société, spécialisée dans les technologies médicales, mise sur les moteurs de ventilation de FAULHABER pour le conditionnement de l'air dans les couveuses

ROBOTIQUE

18 Logistique intelligente

Le robot de préhension TORU de Magazino accroît le rendement dans les domaines de la logistique et du flux de matériel

NOUVEAUTÉS

22 Hautes performances dans la paume de votre main

La nouvelle série 1660...BHx de FAULHABER pose de nouveaux jalons

GRAND PUBLIC

26 Le chaos relaxant

Énergie motrice pour les sculptures cinétiques de Bert Schoeren



Chère lectrice, cher lecteur,

La médecine moderne accomplit des choses étonnantes et contribue chaque jour à maintenir et à protéger la vie. Pour les bébés prématurés tout particulièrement, il est essentiel que l'absence des conditions normalement offertes par le ventre de la mère soient simulées de la meilleure façon possible dans la couveuse. Une chaleur et une humidité constantes sont tout aussi importantes pour l'enfant qu'un environnement calme pour protéger l'organisme et les organes sensibles de toute lésion et faciliter ainsi un développement normal. C'est pour cette raison que le fabricant Tende Elektronik a opté pour les entraînements sans balais fiables et extrêmement silencieux de FAULHABER pour ses couveuses. Nos moteurs C.C. fonctionnent aussi en binôme sur de nombreux littoraux où ils garantissent avec fiabilité et une grande précision le clignotement unique d'un très grand nombre de phares à la place des entraînements d'horloge utilisés précédemment.

Systèmes d'entraînement FAULHABER pour le mouvement – partout dans nos vies, la précision et la puissance dans l'espace le plus réduit permettent la réalisation de grandes choses, qu'il s'agisse d'augmenter le volume sonore d'un piano, de faire en sorte qu'une paire de chaussures commandée en ligne corresponde à celle livrée ou encore d'insuffler de l'enthousiasme avec un art à vocation écologique, inspiré par la nature.

Découvrez plus de détails à ce sujet dans les reportages, portraits et entretiens captivants de ce numéro de FAULHABER motion – le magazine moteur.

Je vous souhaite une agréable lecture !

Avec nos très sincères salutations

Gert Frech-Walter
Directeur général

Édition 01.2018

Éditeur / rédaction :

DR. FRITZ FAULHABER
GMBH & CO. KG
Schönaich · Germany
Tél. : +49 (0) 7031/638-0
Fax : +49 (0) 7031/638-100
E-mail : info@faulhaber.de
www.faulhaber.com

Graphisme :

Werbeagentur Regelmann
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 est désormais disponible en tant qu'application.



www.faulhaber.com/motion



UNE LONGUEUR D'AVANCE 30 ANNÉES DURANT

FAULHABER PRECistep fête son 30ème anniversaire :
en 1988, Messieurs Arnoux et Richard ont créé leur entreprise
Arnoux Richard SA Porte Echappement (ARSAPE) à La
Chaux-de-Fonds, capitale mondiale de l'horlogerie située
dans le canton de Neuchâtel en Suisse romande.





Après un rachat par la direction dans le but de reprendre la fabrication d'entraînements d'horloge, les premiers moteurs pas à pas monophasés et biphasés ont été conçus avec un rapport et un niveau de performance/volume ainsi qu'une précision qui leur donnaient une longueur d'avance sur la technologie d'entraînement conventionnelle. Ces moteurs permettaient un entraînement électronique et surtout bien plus précis de systèmes plus grands et ils étaient très prisés pas seulement dans l'industrie horlogère. Avec la demande croissante de moteurs pas à pas haut de gamme fabriqués par l'équipe de 12 personnes qui avaient rejoint les fondateurs, la gamme de produits n'a pas cessé de s'agrandir et les effectifs ont rapidement augmenté.

En 2001, il était donc logique pour FAULHABER d'étendre sa gamme technologique et de prendre des participations dans ARSAPE, en vue d'intégrer le spécialiste du moteur pas à pas dans le groupe FAULHABER Drive Systems. En 2012, l'entreprise ARSAPE

30 YEARS OF STEPPER MOTORS

est devenue FAULHABER PRECistep SA. Après de nombreuses années passées dans un bâtiment riche en tradition et typique des horlogers, la croissance de l'entreprise s'est également reflétée dans un déménagement : en 2015, l'entreprise a déménagé dans un bâtiment industriel moderne et plus grand afin de continuer à satisfaire aux standards de production requis pour un leader du marché des moteurs pas à pas miniatures de haute qualité.

FAULHABER PRECistep produit désormais des moteurs pas à pas biphasés à aimant permanent d'un diamètre de 6 à 22 mm. Les actionneurs minuscules avec un étonnant rapport performance/volume contribuent à la tendance à la miniaturisation dans de nombreux secteurs. Associés aux réducteurs sans jeu de FAULHABER Drive Systems, ils permettent d'atteindre des points de fonctionnement inégalables par d'autres solutions du marché". Les plus hauts niveaux de qualité garantissent des performances maximales durables. Autre valeur ajoutée : FAULHABER PRECistep est en mesure d'adapter précisément ses entraînements aux besoins des clients. Les domaines d'application sont par conséquent larges et vont de l'optique et la photonique (notamment le secteur médical) à l'aéronautique et l'aérospatiale, ce qui requiert une parfaite fiabilité bien au-delà de 10 ans, en plus des performances. Il n'est donc pas étonnant que les moteurs pas à pas de FAULHABER PRECistep fassent partie de la prochaine expédition rover sur Mars en 2020. Mais d'abord, FAULHABER PRECistep fêtera ses 30 ans de succès à La Chaux-de-Fonds (Suisse), le 22 juin 2018.

POUR PLUS D'INFORMATIONS

FAULHABER
www.faulhaber.com



Presto

FORTISSIMO

De nos jours, les pianistes de concert sont tenus de réaliser d'excellentes performances athlétiques. En particulier lors des concertos de piano, les pianistes flirtent souvent avec les limites de la force des doigts et de la mécanique des pianos de concert. Le physicien et pianiste amateur Antoine Letessier-Selvon vise à repousser ces limites, à l'aide d'un moteur linéaire de FAULHABER.



Vous êtes un spécialiste bien connu de la physique des particules et de l'astrophysique et travaillez principalement dans le domaine de la recherche de pointe. D'où vient votre intérêt pour la pratique du piano ?

Avant de me lancer dans la physique, mon ambition était de devenir pianiste de concert. Mes enfants font du piano et nous avons un piano à queue au milieu de notre appartement. Cet instrument nécessitait quelques ajustements, et c'est comme ça que j'ai rencontré Laurent Bessières, l'accordeur de piano de la Philharmonie de Paris. Nous avons parlé de la mécanique des pianos et il m'a demandé, en tant que physicien, s'il y avait un moyen de donner plus de force à la frappe.

Pourquoi la frappe doit-elle être plus puissante ?

Lorsque Mozart et Beethoven interprétaient leurs concertos pour piano, leur public se composait de quelques centaines de personnes au maximum. Aujourd'hui, les salles de concert peuvent accueillir jusqu'à 2 500 visiteurs. Les orchestres sont également plus grands et jouent plus fort. La mécanique du piano est quant à elle restée pratiquement inchangée depuis plus d'un siècle. Les limites de la physique sont atteintes, en particulier pour les passages rapides très forts ou très doux. Le pianiste est tout simplement incapable de varier la tonalité au-delà de ces limites.

Qu'est-ce qui définit ces limites ?

Même avec le plus grand entraînement, c'est la limite naturelle de la force que les doigts peuvent exercer. De plus, la mécanique du piano obéit aussi

aux lois de la physique. Les éléments les plus importants à cet égard sont tout d'abord la course de la frappe de la touche, puis le rapport de levier avec lequel cette course est transmise au mouvement du marteau, et enfin le poids du marteau. La frappe a d'ailleurs été étendue au fil du temps, d'environ sept millimètres à un centimètre. Il n'est pas possible d'aller au-delà, sinon le pianiste ne serait plus capable de jouer des passages rapides. Le rapport de levier de cinq est généralement invariable pour des raisons de conception. Enfin, avec un poids de dix à douze grammes, le marteau a également atteint sa limite. Un poids supérieur nuirait à l'inertie du jeu.

Dans quelle mesure les limites peuvent-elles être repoussées ?

L'idée est de rendre la génération du son entièrement indépendante de la frappe et d'introduire à la place une source de puissance mécanique. C'est ce que j'ai proposé à Laurent Bessières et nous avons commencé à faire des recherches dans ce sens-là. J'ai finalement découvert sur Internet le moteur linéaire LM 1247 de FAULHABER après avoir fait le tri entre d'innombrables modèles inadaptés. L'entraînement est très puissant et possède les dimensions idéales. Sa largeur correspond précisément à celle d'une touche de piano ! Quelques millimètres de plus ou de moins n'auraient pas posé de problèmes, mais des détails comme celui-ci vous donnent le sentiment qu'il s'agit de la solution parfaite.

Que s'est-il passé ensuite ?

Ces dernières années, nous avons pu lancer un projet de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique. En tant que directeur de recherche au

[illegible]

La mécanique d'un piano de concert

peut facilement être porté à cinquante grammes ou plus. Un marteau plus lourd produit plus de volume et il peut déclencher une plus grande variété d'harmoniques grâce à la force accrue. Nous pouvons modifier dynamiquement le rapport de levier entre la frappe et la course du marteau, par exemple en ajoutant une quatrième pédale, ce qui augmenterait ou réduirait la force du « bras de levier », c'est-à-dire du moteur. Cela offre au pianiste de toutes nouvelles possibilités s'il souhaite jouer des passages extrêmement rapides de façon très douce ou très forte. Nous pouvons adapter la course des touches aux préférences de l'artiste. Un accordeur de piano peut remplacer tous les marteaux en dix minutes environ, pour les adapter aux besoins du pianiste. Avec une mécanique conventionnelle, une telle reconfiguration demanderait plusieurs heures de travail.

Quels sont les avantages de cette assistance ?

En fait, c'est tout le contraire. La mécanique conventionnelle est confrontée à une inertie considérable. Lorsqu'on joue doucement, par exemple, le marteau bouge d'environ 0,5 mètre par seconde ; ce nombre est décuplé pour un fortissimo. Ce facteur dix n'est pas un problème pour le pianiste. La frappe de touche en elle-même prend environ dix millisecondes



lorsque l'on joue très rapidement, et donc encore plus de temps lorsque l'on joue lentement. Le temps de réaction du moteur sera nettement inférieur à dix millisecondes, probablement même inférieur à une milliseconde. La réaction de notre électronique est également de l'ordre de la microseconde. FAULHABER a mesuré l'intervalle le plus long dans notre système, qui correspond au délai entre l'émission de courant par le contrôleur et l'absorption de courant par le moteur. Cet intervalle est de l'ordre de quelques centaines de microsecondes, soit bien moins qu'une milliseconde. Je suis certain que le pianiste ne percevra aucun décalage.

Où en êtes-vous à présent dans le projet de recherche ?

L'an dernier, nous avons démarré avec un monocrorde, c'est-à-dire une corde unique, afin de vérifier la faisabilité de la technologie. Depuis lors, nous avons la certitude d'avoir trouvé le bon capteur d'accélération et le bon moteur. FAULHABER a développé une commande orientée vers l'accélération qui convient mieux à l'instrument que le contrôleur de vitesse traditionnel. Nous sommes actuellement en train de mettre au point les détails de la mécanique assistée. Notre objectif d'ici le mois de juin est de couvrir une octave, c'est-à-dire 12 notes. Lorsque nous y serons parvenus, nous équiperons l'ensemble du piano à queue de la mécanique assistée. Nous espérons pouvoir donner le premier concert l'année prochaine.

Quelle est l'importance du moteur pour le projet ?

Sans lui, nous n'aurions même pas pu commencer. Il y a quelques années encore, il n'existait aucun moteur présentant les caractéristiques de perfor-

mance dont nous avons besoin. Le moteur doit être très puissant malgré ses faibles dimensions, accélérer extrêmement rapidement et pouvoir être contrôlé avec une haute précision. Malgré tout cela, il doit fonctionner de manière parfaitement silencieuse. Seul le développement des aimants permanents au néodyme ces dernières années a rendu un tel moteur possible, et bien sûr aussi le travail de développement effectué par FAULHABER.



SERVOMOTEURS C.C. LINÉAIRES

Série LM 1247...11
Ø 12,5 mm, longueur 49,4 mm
Force en régime continu 3,6 N

POUR PLUS D'INFORMATIONS

INSTITUT LAGRANGE DE PARIS
WWW.ILP.UPMC.FR

FAULHABER
www.faulhaber.com

PHARES

DES TEMPS

MODERNES

Phares : Les structures peuvent sembler posséder une ancienneté honorable mais la technologie qui se trouve à l'intérieur est moderne et robuste. La disponibilité, des frais d'entretien réduits, de longs intervalles de maintenance : des critères décisifs lors de la sélection des lanternes et de la conception électromécanique. Qui jette un coup d'œil à l'intérieur d'un phare le long de la côte française a de fortes chances d'y trouver la technologie d'entraînement de FAULHABER.



La France est le pays des géants. Nulle part ailleurs dans le monde se dressent autant de phares le long des côtes, qui peuvent atteindre 80 mètres de hauteur. La présence de ces structures impressionnantes n'est pas nécessairement due au fait que les zones du littoral français sont particulièrement dangereuses. Les grandes et riches décorations de ces ouvrages résultent bien plus d'une fierté nationale sûre d'elle-même – et leur fait de la publicité. Lorsque je pense aux phares, je pense également à Henry Lepaute. Ce nom me vient à l'esprit dès que l'on mentionne la technologie utilisée dans ces repères de navigation maritime. Lepaute a construit l'optique qui garantit que la lumière puisse être vue à des distances allant

jusqu'à 40 kilomètres. 23 milles nautiques – le faisceau qui part de la salle de la lanterne doit être visible au moins à cette distance.

Les phares particuliers équipés de balises, d'une navigation satellite et d'un radar font partie d'un ensemble qui offre l'orientation nécessaire aux skippers. Particulièrement dans les zones proches de la côte, les signaux de navigation visuels ne peuvent pas être remplacés par n'importe quoi. En raison des différences énormes du niveau de la mer selon les marées, la densité de phares est particulièrement élevée le long des côtes de la Manche en France. Quelque 120 phares à feu tournant sont exploités, surveillés et entretenus en France par l'agence gouvernementale Cerema. Ces phares utilisent très souvent l'optique fabriquée par Henry Lepaute dont le principe repose sur les recherches fondamentales menées par le Français Jean Augustin Fresnel sur la théorie des ondes de la lumière. Le résultat est une lentille qui comprend jusqu'à 20 sections de forme ronde avec une distance focale allant jusqu'à 700 millimètres. Les lentilles réfractent la lumière émise dans toutes les directions sur un plan horizontal, ce qui la rend visible à grande distance.

L'éclair typique des phares peut être obtenu à l'aide de trois méthodes techniques : au moyen d'un éclairage permanent utilisant une lumière clignotante, d'une source de lumière constante avec des lentilles disposées de manière fixe et d'une ouverture circconférentielle, ou encore avec la combinaison d'une lumière continue et d'un système de lentilles circconférentiel – la variante la plus répandue.



Dans le cadre d'un processus continu de modernisation, le Cerema utilise la technologie à LED, profitant ainsi des avantages offerts par un système d'éclairage robuste et durable. Selon les informations fournies par le Cerema, un taux de disponibilité d'environ 99 % est atteint. « Nous voulons également atteindre ce niveau de fiabilité de fonctionnement pour l'entraînement de l'optique tournante, souligne Laurent Bernicot du département des systèmes de positionnement et de navigation au Cerema. La fiabilité était un critère très important pour le choix de l'entraînement – et nous a conduit à FAULHABER. »

Le résultat de la conception avec l'évaluation du fabricant : des micromoteurs C.C. des séries FAULHABER 2342 et 3257 de même que des servomoteurs C.C. sans balais de la série 3268 – chacun étant combiné avec des réducteurs planétaires FAULHABER appropriés. Outre le fonctionnement général des entraînements, des séries d'essais intensifs ont servi à déterminer leur comportement à l'air salin. « Nous avons des phares à terre et en mer. Les entraînements doivent fonctionner là aussi en toute fiabilité, et pas seulement en France métropolitaine, mais aussi en Guyane française ou dans les collectivités d'Outre-mer de Saint Pierre et Miquelon au large des côtes de Terre-Neuve. »

Entraînement double pour une fiabilité de fonctionnement maximale

En ce qui concerne la conception, la forte demande en matière de fiabilité de fonctionnement est reproduite dans une unité d'entraînement avec deux moteurs – un arrangement également rencontré dans les phares allemands. « Deux moteurs sont reliés à un réducteur et fonctionnent en alternance », explique Dirk Berger, porte-parole du Service des voies navigables et du transport maritime de Stralsund. Le fonctionnement en alternance permet d'optimiser les temps d'exploitation et garantit la disponibilité, des périodes d'arrêt prolongées conduisant souvent à des difficultés de démarrage. En cas de panne d'un moteur, le système dans le phare commute automatiquement vers le second moteur et signale le dysfonctionnement au centre de contrôle. « Nous utilisons la surveillance à distance, notamment pour les grands phares », déclare Berger. Un niveau d'escalade à deux étapes est ici intégré dans le contrôle, avec une pré-alerte en cas de dysfonctionnements imminents et la panne.

La fiabilité du fonctionnement fait l'objet d'une surveillance par un capteur qui mesure le temps par tour. « Les phares doivent tourner à la vitesse exacte définie dans leur identifiant », dit Dirk Berger. Derrière l'identifiant se cache un type spécifique de séquence d'éclairs figurant sur les cartes marines



et qui permet d'identifier un phare sans équivoque, en particulier pour la navigation nocturne. « Notre objectif est donc d'atteindre une vitesse de rotation constante au niveau optique, explique le collègue français de Berger, Laurent Bernicot de Plouzane, en Bretagne. Les moteurs doivent être précis. »

Les phares français utilisent une commande développée par le département EMF du Cerema. L'abréviation signifie « eau, mer, fleuves ». Le système intelligent dans la salle de la lanterne définit la fréquence et le degré de visibilité de la lumière au sein d'une unité de temps donnée. Comme en Allemagne, un capteur mesure la vitesse de rotation de l'optique et transmet l'information à la commande. Une fois le calcul effectué, le contrôleur adapte directement la vitesse du moteur à sa tension d'alimentation au moyen de la valeur de consigne analogique. La vitesse est surveillée et adaptée en permanence. Si

MICROMOTEUR C.C.

Série 3257 ... CR
Ø 32 mm, longueur 57 mm
Couple de sortie 73 mNm





En cas de panne d'un moteur, le système dans le phare commute automatiquement vers le second moteur et signale le dysfonctionnement au centre de contrôle.

un problème est détecté, la solution d'automatisation fournie par le département EMF enregistre l'erreur et démarre le second moteur.

Pendant le processus de conception, les employés du département EMF ont sélectionné trois types de moteurs différents comme solutions d'entraînement standard. Le micromoteur C.C. de la série DC2342 est conçu pour des optiques de petite dimension qui nécessitent uniquement une faible puissance de moteur. Les optiques de taille moyenne sont mises en mouvement par les moteurs à commutation graphite de la série FAULHABER DC3257. Pour les systèmes puissants avec une intensité lumineuse élevée et une structure proportionnellement plus lourde, on utilise les servomoteurs 4 pôles sans balais de la série 3268. Lorsque Laurent Bernicot parle de « systèmes lourds », il fait référence à un système optique à lampe dont le poids peut être compris entre 200 kilogrammes et une tonne.

Pendant la phase de conception, il est par conséquent important de garantir que, en dehors du fonctionnement normal, les moteurs fournissent des couples de pointe puissants aptes à gérer en toute sécurité les couples de démarrage élevés compris entre 5 et 8 Nm. « C'était également un facteur important lors de la sélection des moteurs FAULHABER », explique Laurent Bernicot. Si un arrêt a lieu malgré tout parce que les phares sont uniquement exploités la nuit, les optiques sont découplées du moteur par le biais d'une roue libre intégrée dans la machine tournante lorsque la lampe est arrêtée.

Résumé

Eu égard aux exigences élevées en matière de disponibilité avec de longs intervalles d'entretien, les conditions essentielles pour les phares sont complexes. C'est la raison pour laquelle il est si important d'entretenir un partenariat étroit dans le cadre d'un projet. Le Cerema et FAULHABER France collaborent étroitement depuis 2011.

De l'entraînement d'horloge au moteur électrique haute précision

Il y a plus d'un siècle, les optiques de phare étaient encore entraînées par un entraînement d'horloge. Du point de vue de la conception, il s'agissait en fait d'un mouvement mécanique semblable à ceux destinés aux églises qui devait être remonté régulièrement avec des poids par le gardien du phare. « Les premiers entraînements électriques sont apparus dans les années 30 », rapporte Dirk Berger, porte-parole du Service des voies navigables et du transport maritime de Stralsund. Une autre vague de modernisation a eu lieu dans les années 80. La technologie est encore utilisée de nos jours. La longue durée de vie est le résultat d'un entretien régulier au même titre que d'un fonctionnement à des couples nettement inférieurs aux couples maximaux disponibles.

POUR PLUS D'INFORMATIONS

FAULHABER
www.faulhaber.com

REPOS Chaleur CONFORT

Si un enfant est né trop tôt, il n'a pas complètement achevé son développement in utero. Pour qu'il retrouve l'environnement protecteur dont il a besoin pour terminer son développement, le bébé est placé dans une couveuse telle que celles disponibles auprès de Tende Elektronik. Cette société d'Ankara, spécialisée dans les technologies médicales, mise sur les moteurs de ventilation de FAULHABER pour le conditionnement de l'air dans les couveuses.



Une grossesse normale dure 40 semaines. Pendant ce temps, le bébé a tout ce dont il a besoin dans le ventre. Il reçoit de l'oxygène et des nutriments par le cordon ombilical ; le liquide amniotique et la chaleur du corps de la mère garantissent la température idéale. Les mouvements et les caresses de la mère ainsi que les bruits du corps et de l'extérieur fournissent les informations sensorielles si importantes pour le développement du cerveau. Une naissance prématurée prive le fœtus de ces ressources importantes.

Grâce à la médecine néonatale moderne, le terme utilisé pour désigner les soins médicaux prodigués aux prématurés, les bébés ont de grandes chances de survie hors de l'utérus maternel à partir de la 25ème semaine de grossesse. Près de 80 % des prématurés peuvent même rattraper leur déficit de croissance en l'espace de deux ans et se développer parfaitement normalement.







Une chaleur constante primordiale pour la survie

Toutefois, durant les premières semaines et les premiers mois, ils ont besoin de soins complets et de l'environnement protecteur d'une couveuse. Celle-ci simule les conditions physiologiques normalement réunies dans le ventre de la mère. En plus des différentes possibilités d'aide à l'alimentation, elle offre avant tout une chaleur agréable et constante ainsi qu'une humidité uniforme de l'air.

Ce sont des paramètres décisifs dans la mesure où les organes de l'enfant sont plus ou moins sous-développés, selon le temps qu'il restait avant le terme prévu. Le petit corps n'est pas encore en mesure de réguler lui-même sa température. En outre, les poumons ont souvent besoin d'air enrichi pour absorber suffisamment d'oxygène.

« L'air qui pénètre dans la couveuse a exactement la bonne température et le bon taux d'humidité, explique Ferhat Yıldız, PDG chez Tende Elektronik. L'air est transporté dans la couveuse au moyen d'une hélice logée dans un carter, une sorte de turbine. Ce ventilateur est un composant essentiel au bon fonctionnement de la couveuse et au bien-être du bébé. »

Mais la turbine ne doit pas juste fournir un débit d'air constant. En effet, la couveuse ne reste pas tout le temps fermée. Pour prodiguer les soins et les traitements au bébé et, bien entendu, pour le contact physique tout aussi important avec les parents, la couveuse est régulièrement ouverte complètement ou en partie. Le ventilateur crée alors un « rideau d'air » qui empêche considérablement la pénétration d'air plus frais. En même temps, il fournit plus d'air chaud pour compenser la baisse néanmoins inévitable de la température. Par conséquent, la vitesse de la turbine régule également la température dans la couveuse.

La technologie silencieuse empêche les dommages auditifs

Le ventilateur et son entraînement électrique constituent toutefois une source de bruit très proche du petit corps. Tout comme les autres organes, les oreilles des prématurés ne sont pas encore entièrement développées, ce qui les rend particulièrement sensibles. Si le niveau sonore dépasse une certaine valeur relativement faible, il y a un risque de dommages auditifs permanents. Dans la mesure où la turbine fonctionne en continu, son bruit de fonctionnement doit être bien en deçà de cette valeur.

L'entraînement est donc soumis à une exigence claire : il doit fonctionner de manière aussi silencieuse que possible. Le moteur FAULHABER répond à cette exigence grâce, entre autres, à sa conception sans fer qui élimine la réluctance : les secousses qui se produisent inévitablement à chaque tour avec les moteurs électriques à armatures en fer ne se produisent pas ici. De plus, le bruit des interférences électromagnétiques est minimisé grâce à un contrôleur de vitesse intégré. La modulation de largeur d'impulsion (PWM) est une autre source de bruit : elle est utilisée pour allumer et couper l'alimentation électrique du moteur à intervalles très courts. La largeur d'impulsion, c'est-à-dire l'écart entre les opérations de commutation et leur durée correspondante, influence la vitesse et permet un contrôle précis. La PWM peut cependant provoquer un bourdonnement. Avec les servomoteurs C.C. sans balais utilisés ici – 2232...BX4 SC pour les couveuses stationnaires et 3153...BRC pour les couveuses mobiles (toutes deux équipées d'un contrôleur de vitesse intégré) – le bruit électrique est évité grâce à la très haute fréquence de la PWM et en renonçant à un fil conducteur séparé entre le moteur et l'électronique.





Entraînement électrique pour couveuses

« L'équilibre parfait et les tolérances serrées des différentes pièces sont également déterminants pour la minimisation du bruit », explique Tiziano Bordonzotti. Chez FAULHABER, il a coordonné la coopération avec Tende Elektronik et organisé le développement de la solution spécifique au client. « Les excellentes caractéristiques de fonctionnement des moteurs sont le résultat de ce travail. » Le niveau sonore exceptionnellement faible des couveuses Tende Elektronik, de 42 à 45 dB seulement, ce qui correspond à un chuchotement ou à une musique douce, est dû en grande partie à ces moteurs. Un contrôleur de vitesse intégré garantit le contrôle précis et fiable des entraînements, ce qui contribue à maintenir des unités très compactes et légères, un aspect particulièrement important pour les couveuses mobiles.

Certification pour les technologies médicales

Ferhat Yildiz se félicite de la coopération : « FAULHABER nous a offert un accompagnement complet et a développé ce qui représente pour nous l'entraînement idéal. La haute qualité du moteur va de pair avec la haute qualité de nos couveuses. Le fait que l'installation de production du moteur possède les certificats ISO nécessaires pour les produits médicaux est un autre avantage pour nous, car cela nous permet d'installer ces composants sans efforts de certification supplémentaires. »

Comme l'explique le PDG, Tende Elektronik a commencé à produire des couveuses pour bébés prématurés en tant qu'équipementier pour d'autres entreprises dans les années 1990. La société, basée au sein du pôle technologique de l'Université d'Ankara dans la capitale turque, produit en son propre nom depuis trois ans. Elle exporte désormais ses produits dans des douzaines de pays. Yildiz est convaincu que ce succès est lié à l'accent clair mis sur la qualité

et l'innovation : « Nous sommes par exemple la première entreprise au monde à intégrer directement la technologie Masimo Rainbow® SET aux couveuses. Cette technologie permet une surveillance non invasive très sensible des fonctions corporelles du nouveau-né. »

Au-delà du bien-être du petit patient, un autre aspect joue un rôle primordial. La couveuse fonctionne 24 heures sur 24 et les services de néonatalogie veulent utiliser les appareils pendant de longues périodes. « Nous visons une durée de vie d'au moins dix ans, déclare le PDG. Les composants, y compris le moteur, doivent remplir leur fonction pendant une longue durée avec une fiabilité maximale. Nous savons pertinemment que les moteurs FAULHABER en sont capables. »

SERVOMOTEURS C.C. SANS BALAIS AVEC CONTRÔLEUR DE VITESSE INTÉGRÉ

Série 2232 ... BX4 SC
Ø 22 mm, longueur 32 mm
Couple de sortie 17,5 mNm



POUR PLUS D'INFORMATIONS

TENDE ELEKTRONIK
www.tende.com.tr

FAULHABER
www.faulhaber.com



LOGISTIQUE

INTELLIGENTE

Si le robot de préhension TORU de Magazino est aussi polyvalent, c'est grâce aux micro-entraînements et aux contrôleurs de mouvement de FAULHABER. Dans le contexte de la croissance continue du secteur de la vente en ligne, la logistique et les flux de matériel sont des domaines très convoités pour expérimenter le progrès technique, avec pour objectif d'accroître l'efficacité grâce à l'automatisation et à la numérisation. Magazino, jeune entreprise de Munich (Allemagne), a entrepris d'allier intelligemment le déplacement autonome et la robotique. La solution s'appelle TORU et dispose des atouts nécessaires pour révolutionner le monde de la logistique. Pour les opérations de manipulation du robot logistique au déplacement autonome, Magazino utilise des solutions d'entraînement de FAULHABER avec contrôleur de mouvement intégré.

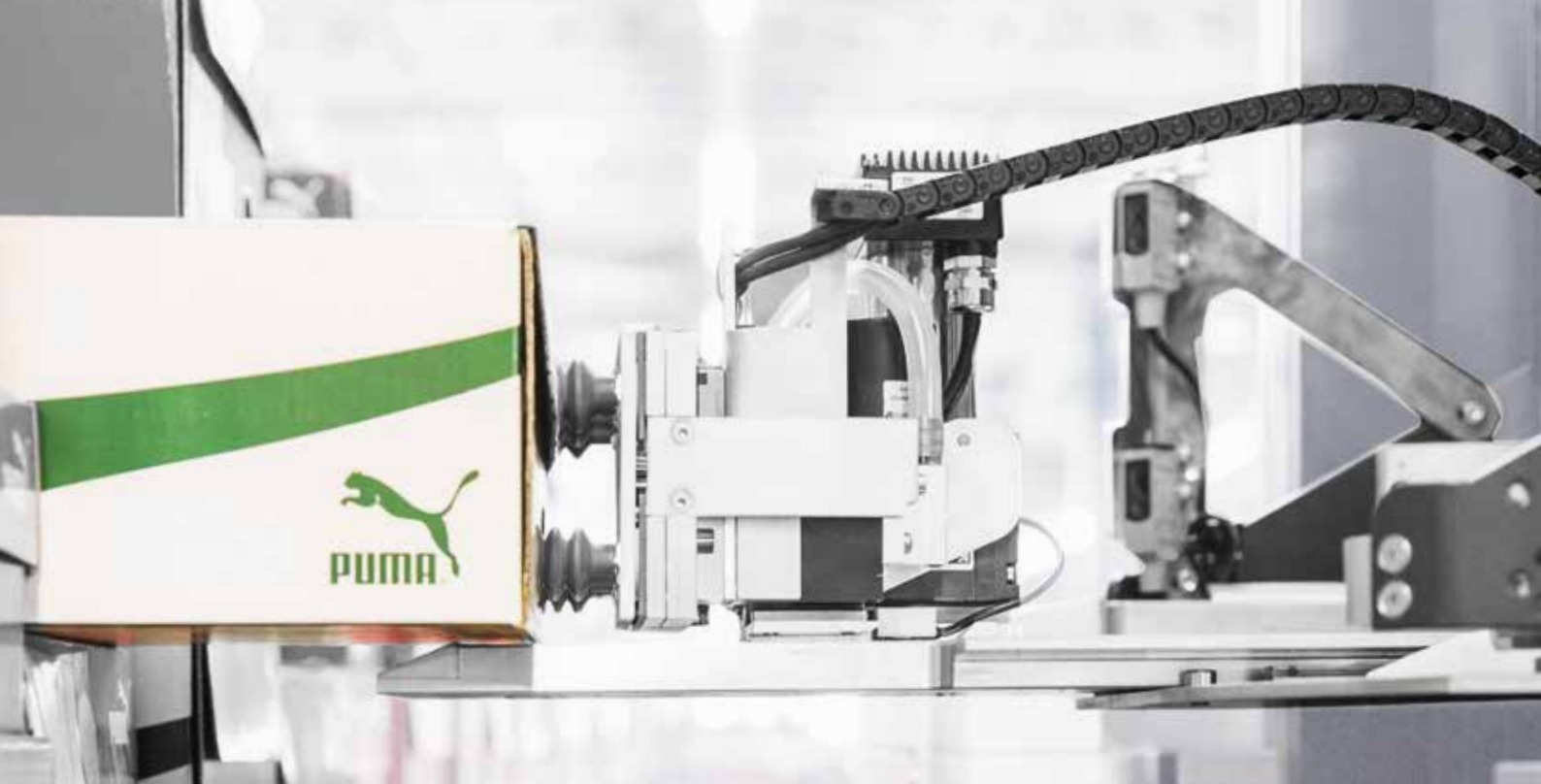


Leur vision est clairement formulée : Magazino souhaite créer le premier entrepôt du monde à réfléchir et agir de manière autonome - et ils sont bien partis pour y parvenir. Le nouveau robot de logistique s'appelle TORU et fait actuellement ses preuves dans des tests pratiques chez les principaux prestataires de services d'expédition. Ces derniers emploient surtout le système intelligent à déplacement autonome pour aller chercher les boîtes à chaussures lors de la préparation des commandes. TORU est conçu comme un robot contrôlé par la perception. Grâce à l'utilisation de caméras, du traitement d'image, de capteurs et de l'intelligence artificielle, il est en mesure de percevoir et d'interpréter correctement son environnement, puis de s'en servir pour prendre des décisions.

Le robot crée sa propre image de son environnement

Prendre des décisions ? Lorsque TORU reçoit l'ordre de prélever une certaine paire de chaussures,

il obtient tout d'abord l'adresse dans l'entrepôt et un code à barres. Ainsi, le robot connaît l'emplacement de la cible et peut naviguer directement jusqu'à l'adresse. La colonne de levage située à l'avant du véhicule effectue ensuite une rotation de 90° vers le rayonnage, un préhenseur se déplace jusqu'à l'emplacement spécifié et c'est alors que TORU commence à prendre des décisions par lui-même. À l'aide d'images de caméra en trois dimensions, le robot produit tout d'abord une image de la situation actuelle. « Le rayonnage contient-il ne serait-ce qu'une boîte à chaussures ? Le code à barres approprié est-il présent ? Suis-je en mesure de saisir le carton ? Il a peut-être été décalé de quelques centimètres et risque de se coincer lors de l'extraction ? » Le porte-parole de Magazino, Florin Wahl, utilise ces questions pour décrire les tâches principales de l'analyse visuelle. Les réponses correspondantes font du système de Munich un système unique. Si un ordre de prélèvement concerne un carton qui a été placé un peu de travers sur le rayonnage par un employé, le robot essaie d'adapter son processus de préhension aux



Le robot de préhension TORU en service

circonstances. Si TORU détermine que la préhension n'est toujours pas possible, la tâche est renvoyée au système et un employé de l'entrepôt devra exécuter manuellement cet ordre de prélèvement.

Si aucun problème n'est détecté, la tâche de manipulation des boîtes à chaussures revient principalement aux entraînements de FAULHABER. Ici, les contrôleurs de mouvement, les servomoteurs C.C. sans balais de la série BX4 et les réducteurs planétaires forment un système d'entraînement qui sert à sortir et rentrer une languette métallique. Dans ce cas, la tâche est de combler le vide entre le véhicule et le bas du rayonage. Le chemin est ainsi nivelé pour permettre l'extraction des cartons sur une surface plane, avec une pression négative.

Comportement de surcharge puissant

Pour le positionnement du préhenseur à aspiration le long d'une crémaillère, Magazino utilise des

entraînements du type BX4 de FAULHABER. Avec une puissance de 62 watts, les servomoteurs C.C. sans balais fournissent des couples nominaux allant jusqu'à 72 mNm en régime continu. Les couples de pointe jusqu'à 96 mNm s'avèrent intéressants pour Magazino. La capacité de surcharge est décisive pour surmonter les couples de décollage lors de la manipulation des boîtes à chaussures. « Nous avons besoin de moteurs offrant une densité de puissance élevée. », explique Raphael Vering du département du développement et ingénierie chez Magazino. Étant donné que les couples de pointe ne sont sollicités que pour un très court laps de temps, il n'y a aucun risque que les moteurs surchauffent.

Entraînements plus petits

Le comportement de surcharge performant des moteurs (avec seulement 32 mm de diamètre) offre un certain nombre d'avantages aux pionniers muni-chois de la logistique. La conception permet d'utiliser des moteurs plus petits grâce à la gestion fiable des couples de décollage. Par conséquent, les entraînements plus petits sont naturellement plus légers. « Le poids du préhenseur doit être aussi faible que

SERVOMOTEURS C.C. SANS BALAIS

Série 3268...BX4
Ø 32 mm, longueur 68 mm
Couple 96 mNm



POUR PLUS D'INFORMATIONS

MAGAZINO GMBH
www.magazino.eu

FAULHABER
www.faulhaber.com

possible car il doit être déplacé selon l'axe vertical avec TORU », explique Raphael Vering. Plus l'unité de préhension est lourde, plus la puissance du moteur de l'axe vertical doit être élevée. De plus, il y a la question du centre de masse lorsque TORU doit saisir une boîte à chaussures située au plus haut niveau d'une crémaillère de deux mètres.

Bien entendu, le centre de masse peut aisément être décalé vers le bas à l'aide d'une plaque de support plus épaisse. Toutefois, ceci alourdit l'unité de déplacement et nécessite un moteur d'entraînement plus puissant et, par conséquent, une puissance de batterie supérieure, ce qui réduit la portée. TORU requiert également une conception légère puisqu'il est destiné à une utilisation non seulement sur le sol massif, mais également sur les structures intermédiaires plus fragiles. « Les charges de surface sont ici particulièrement limitées, mais nous voulons que TORU soit le plus polyvalent possible. », ajoute Florin Wahl. Des moteurs plus grands impliqueraient une restriction de la manipulation, en particulier lorsque les cartons sont stockés à quelques centimètres seulement au-dessus du sol, et les entraînements ne doivent pas faire obstacle. Grâce à la solution de FAULHABER, Magazino est en mesure d'aller très lentement vers le bas, puis de nouveau vers le haut. « Ceci est extrêmement important si l'on considère la capacité d'un entrepôt par rapport à la surface au sol. Tout espace de rayonnage supplémentaire vaut de l'or. », résume Florin Wahl.

L'idée derrière TORU est de mettre en place un système sophistiqué composé d'automatisation, de robotique, de vision et de déplacement autonome. Lors de l'évaluation des entraînements, Magazino a donc recherché des solutions offrant une densité de puissance optimale. Toutefois, celles-ci doivent aussi pouvoir être intégrées de manière élégante au sein du concept d'automatisation existant. « La prise en charge de la communication CANopen a été une critère décisif pour nous. », se rappelle Raphael Vering. L'entreprise de Munich pouvant également utiliser un système de contrôle du mouvement complet et parfaitement approprié de FAULHABER, le département de développement a bénéficié d'une plus grande liberté pour les optimisations futures de la nouvelle solution logistique. « Nous n'avons pas besoin de consacrer du temps à nos propres contrôleurs ou à l'intégration de codeurs. », souligne Mr. Vering. Associés aux servomoteurs C.C., les contrôleurs de mouvement FAULHABER de la génération V2.5 forment des systèmes de positionnement très dynamiques. Pour le contrôle de la rétroaction, Magazino emploie des capteurs analogiques à effet Hall, ce qui rend inutile l'emploi d'un codeur séparé pour la rétroaction. Le contrôle de courant intégré des contrôleurs de mouvement limite le couple et protège ainsi l'électronique et le moteur d'une

SIMPLE, SÛR ET EFFICACE

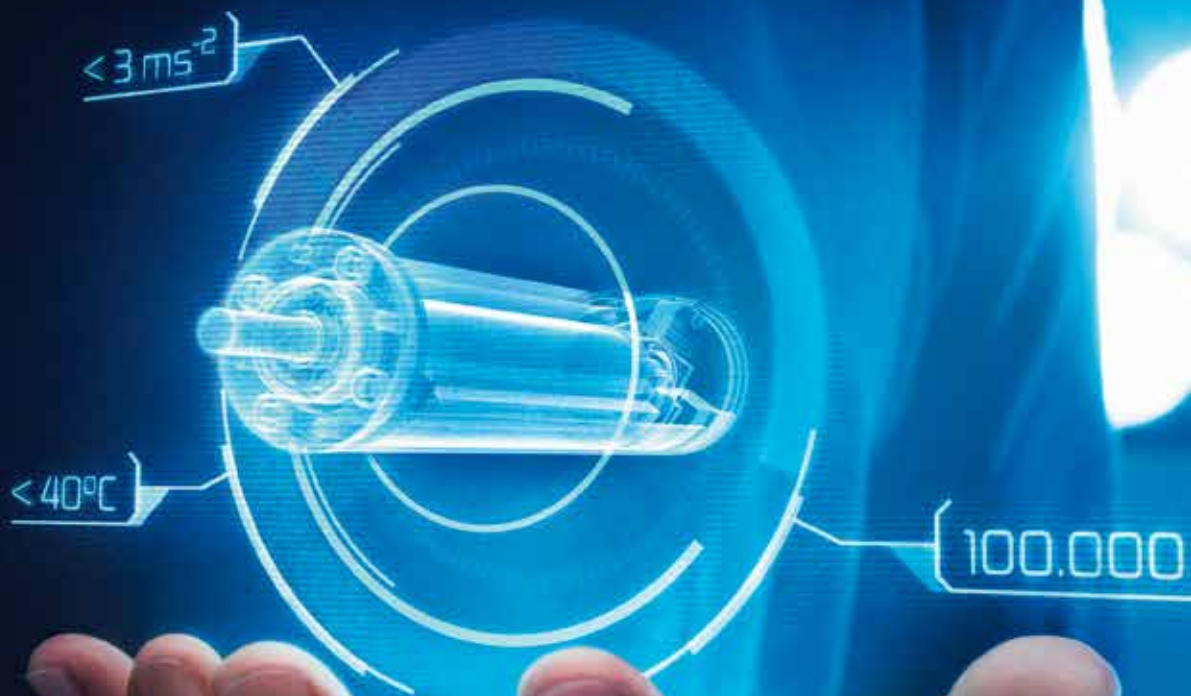
surcharge. Magazino se sert de cette fonction pour détecter les défauts dans le flux de matériel, par exemple lorsqu'une boîte à chaussures se bloque dans un compartiment de rayonnage et entraîne ainsi l'arrêt de l'unité d'enlèvement.

Résumé

Avec TORU, Magazino a réussi à développer une solution de manipulation de matériel qui permet d'améliorer l'efficacité logistique de manière simple et fiable. La situation en matière d'emploi en Allemagne révèle clairement le potentiel qu'offre cette invention. La main d'œuvre devient rare, notamment la nuit et le week-end. Pourtant, ces périodes correspondent à des pics d'activité pour l'achat en ligne. L'utilisation de robots logistiques agissant de manière autonome et intelligente constituerait un bon moyen d'organiser la préparation des commandes avant le début de semaine. Pour cela, TORU est équipé d'un rayonnage mobile dans lequel les boîtes prélevées sont placées. Des unités de centrage avec des entraînements FAULHABER permettent de positionner les boîtes en économisant de l'espace.



HAUTES PERFORMANCES
DANS LA PAUME
DE VOTRE MAIN



Lorsqu'un dentiste prépare la fondation pour l'implantation d'une couronne ou que l'horloger ajoute une touche décorative au barillet d'une montre, ces spécialistes travaillent à main levée avec une machine à moteur. Ils accomplissent ces tâches quotidiennement et souvent pendant des heures d'affilée. La moindre variation de poids de la pièce à main de l'outil qu'ils doivent tenir durant tout ce temps fait la différence en termes de confort. Mais l'appareil doit avoir un moteur haute performance robuste et puissant qui peut fonctionner silencieusement et sans vibrations perturbatrices. La nouvelle série 1660...BHx de FAULHABER pose de nouveaux jalons dans ce domaine et offre le couple le plus important pour ce format de moteur, comparé aux moteurs concurrents sur le marché.



Il n'y a pas si longtemps encore, les pièces à main utilisées pour les tâches délicates à réaliser d'une main étaient fournies avec une source d'entraînement extérieure. La pièce à main avec unité d'entraînement intégrée était tout simplement trop lourde à tenir d'une seule main et à déplacer en même temps avec une grande précision. Le moteur a donc été placé dans un boîtier et la puissance d'entraînement était transmise à l'outil en rotation par le biais d'arbres flexibles. L'un des inconvénients était le poids intrinsèque des arbres et leur manque de flexibilité qui limitait sensiblement l'étendue des mouvements et le rendement en puissance. Il en va de même pour la variante pneumatique dans laquelle l'outil fonctionne avec de l'air comprimé, ce qui entraîne davantage de bruit et une commande moins précise. Cette variante n'est de toutes façons pas réalisable pour les applications médicales.

Le patient profite de la performance du moteur

Le développement rapide de la technologie des moteurs est la raison pour laquelle ce type de pièces à main équipées d'un arbre d'entraînement ne peut plus être admiré de nos jours que dans les musées consacrés à

Des principes électromagnétiques repensés

FAULHABER a développé un moteur de 16 millimètres, sans balais et à 2 pôles entièrement nouveau. La nouvelle série BHx prouve qu'un moteur de cette dimension peut offrir une puissance sensiblement plus élevée que les modèles précédents. « Nous avons adopté une approche très fondamentale de la question et reconsidéré à tête reposée les principes physiques de la génération de puissance électromagnétique, explique Silvio Taraborrelli, Chef de produit. Le fondement de ces principes est ce que l'on appelle la force de

la technologie. La puissance de petits moteurs électriques qui s'intègrent facilement dans des boîtiers courants. Associées à des piles haute performance de la dernière génération, elles peuvent même fonctionner sans câble électrique. Le moteur d'un diamètre de 16 millimètres s'est imposé en tant que standard pour l'utilisation dans le domaine médical, la robotique, l'équipement de laboratoire ou l'industrie horlogère. Ces entraînements sont utilisés depuis de nombreuses années, ils ont fait leurs preuves dans les pièces à main de différentes machines.

Mais dès qu'un nouveau standard a été atteint, de nouvelles exigences surgissent. Les progrès réalisés dans le domaine de la science médicale, par exemple pour les traitements dentaires ou les opérations musculo-squelettiques, offrent de plus en plus de possibilités de soin complet. Cela peut exiger un traitement de très longue durée qui peut s'avérer extrêmement pénible pour le praticien. Les machines utilisées sont elles-mêmes fréquemment soumises à des conditions de fonctionnement extrêmes dans le cadre d'un usage fréquent.

Les nouvelles connaissances et méthodes de même que les nouveaux systèmes garantissent à présent le succès des procédures difficiles de traitement réalisées avec un désagrément minime pour le patient. De nouveaux outils à main puissants et légers utilisant une technologie d'entraînement moderne ont largement contribué à cette amélioration.

SERVOMOTEURS C.C. SANS BALAIS

Série 1660...BHx
Ø 16 mm, longueur 60 mm
Couple de sortie 16,8 mNm



Lorentz qui est générée à partir de l'interaction du champ magnétique et du flux de charge. Cette force est complètement utilisée quand le fil de la bobine est perpendiculaire au champ magnétique. Dans le cas de l'enroulement oblique traditionnel des bobines, une partie de la force de Lorentz est perdue, raison pour laquelle nous avons développé une nouvelle technologie de bobinage. Avec ce que l'on appelle le « bobinage à segments », nous pouvons aligner une grande partie du fil de manière optimale. Résultat : nous obtenons plus de puissance avec le même diamètre, la même quantité de cuivre et la même consommation de courant. »

Le nouveau moteur est disponible en deux versions pour répondre à différentes exigences. Le modèle 1660... BHT – HT pour « high torque » (couple élevé) – a été optimisé en ce qui concerne le couple continu maximal de 18,7 mNm, cette version étant également capable de fournir un couple intermittent au-delà de 30 mNm pour des applications nécessitant des cycles impulsifs. Le modèle 1660...BHS peut atteindre des vitesses de rotation élevées allant jusqu'à 100 000 tours/minute, il est spécialement conçu pour les applications où le moteur fonctionne quasiment en continu ou dans des outils à main où l'unité fonctionne sur des périodes prolongées.

Changement de charge et régime continu

Outre ces caractéristiques différentes, les deux variantes du moteur offrent des avantages

similaires. Ceux-ci incluent, entre autres, une marche particulièrement silencieuse et quasiment exempte de vibrations, ce qui facilite le maniement de la machine sur une période prolongée. Étant donné qu'une grande partie de l'énergie utilisée est convertie en mouvement, la dissipation de chaleur ne constitue pas un problème non plus, la pièce à main reste relativement froide pour la plupart des exigences d'applications courantes. C'est notamment le cas pour un fonctionnement intensif avec des conditions de surcharge de courte durée. Les micromoteurs robustes maîtrisent facilement des scénarios d'utilisation à la fois en continu et intermittents, tout en étant capables de traiter en même temps des schémas de mouvements hautement dynamiques.

La courbe extrêmement plate du couple de vitesse de rotation qui descend jusqu'à 95 tr/min / mNm permet une performance très élevée du moteur ainsi qu'une commande aisée et contribue à éviter des chutes de vitesse importantes dans des conditions de charge variables.

L'un des atouts de la nouvelle série de moteurs est également une électronique adaptée avec précision. Ils sont équipés de série de capteurs numériques à effet Hall et peuvent par conséquent être également utilisés sans codeur. Si cela ne suffit pas, le moteur peut être associé à des codeurs magnétiques incrémentaux de haute résolution.

Des roulements à billes précontraints garantissent une bonne résistance du moteur aux forces radiales et axiales auxquelles la pièce à main est soumise. Ils sont conçus pour une durée de vie extrêmement longue. Le moteur peut fonctionner sans ou avec réducteur. Dans le

premier cas, une vaste gamme de réducteurs de précision adaptés est disponible. Silvio

Taraborrelli, Chef de produit, en est convaincu : « Ce moteur soulage la main qui tient la machine, ce qui offre plus de liberté pour un travail de haute précision. »

LE CHAOS

RELAXANT

Le bruissement des feuilles dans le vent, des nuages flottant dans le ciel, le mouvement montant et descendant des vagues. L'évolution a développé l'œil humain pour qu'il puisse remarquer ce changement constant dans la nature. Le mouvement constant – imprévisible dans ses détails et « chaotique » au plus beau sens du terme – fait apparemment du bien à l'âme. Pourquoi un feu de cheminée ou un aquarium auraient-ils sinon un tel effet apaisant ? Les sculptures cinétiques de Bert Schoeren suivent également le principe du mouvement chaotique.



Lorsque l'artiste néerlandais expose ses œuvres dans les musées, celles-ci sont tôt ou tard entourées de chaises : « Je ne le mentionne jamais, mais les exposants se rendent rapidement compte que ce meuble est nécessaire, explique l'ingénieur en design industriel de formation. Les visiteurs souhaitent s'attarder et regarder danser les objets. » La nature ne sert pas seulement de source d'inspiration à Schoeren, elle

fournit également l'énergie de fonctionnement dont ses sculptures ont besoin. Si celles-ci sont situées en extérieur, elles utilisent habituellement l'eau et le vent. À l'intérieur, il préfère exploiter la lumière du soleil, comme c'est le cas dans le mobile solaire « Network ».

Celui-ci est suspendu au centre de formation de la société énergétique néerlandaise Alliander à Duiven. Les conditions idéales pour ces sculptures solaires sont



Bert Schoeren

réunies dans le hall d'entrée vitré qui dispose d'un vaste espace et baigne dans la lumière du jour. Fait pertinent, le bâtiment est également une maison active qui produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme. « J'ai découvert que les personnes à vocation technique apprécient beaucoup de telles œuvres d'art, explique l'artiste également porté sur la technique. Qui plus est, par définition, les mobiles solaires soulignent l'aspect du développement durable qui joue un rôle croissant dans de plus en plus d'entreprises. »

Le mobile est constitué de 135 plaquettes colorées avec des panneaux solaires et de petites hélices, c'est-à-dire des producteurs et des consommateurs d'énergie, comme l'explique l'artiste. Lorsque le soleil brille dans le hall d'entrée, les petits panneaux produisent de l'électricité, chacun en quantités différentes puisqu'ils sont positionnés sous différents angles par rapport à la lumière solaire incidente. L'énergie solaire collectée est stockée dans de petites batteries. Dès qu'une batterie est chargée, l'hélice se met à tourner pendant un bref laps de temps, déplaçant ainsi un bras du mobile dans de légers mouvements circulaires désordonnés. À chaque mouvement, l'œuvre d'art forme une nouvelle structure imprévisible, égayant la pièce et son atmosphère.

La force du soleil est sensiblement réduite dans un bâtiment, même si celui-ci possède une très grande façade vitrée. Des 100 000 lux à l'extérieur, seuls 2 000 lux maximum parviennent à l'intérieur. Par conséquent, l'alimentation électrique des petits panneaux est loin d'être extravagante. Afin d'utiliser cette éner-

gie restreinte de manière optimale, Bert Schoeren s'est donc mis à la recherche du micromoteur le plus efficace. Il a essayé un certain nombre de modèles différents. Après une phase de test, un vainqueur s'est imposé à lui comme un choix évident : le micromoteur C.C. 1224...SR avec un diamètre de 12 millimètres. Ce moteur transforme l'énergie affaiblie des rayons du soleil en une puissance mécanique suffisante pour produire le mouvement méditatif et apaisant du mobile.

MICROMOTEUR C.C.

Série 1224 ... SR
Ø 12 mm, longueur 24 mm
Couple de sortie 1,7 mNm



POUR PLUS D'INFORMATIONS

BERT SCHOEREN · KINETIC SCULPTURES
www.schoeren.nl

FAULHABER
www.faulhaber.com

DANS LE PROCHAIN NUMÉRO



CHORÉGRAPHIE

PARFAITE EST TOUJOURS UNE QUESTION DE PRÉCISION



Un mouvement vivant et fluide sans réluctance, un rapport force/courant rigoureusement linéaire, une dynamique élevée, un contrôle de position exact : grâce à ces propriétés, les servomoteurs C.C. linéaires de FAULHABER sont parfaits pour des tâches de micropositionnement – ou pour donner vie à une œuvre d'art fascinante. La sculpture cinétique « Projet Anthozoa » – une collaboration entre les sociétés MKT AG, flying saucer GmbH et FAULHABER. Découvrez plus de détails à ce sujet dans le prochain numéro de FAULHABER motion.

MKTAG
Fine Exhibition Engineering

flying saucer
Attraction Design & Engineering



N° d'ident. 000.9123.18

Informations complémentaires :



faulhaber.com



[faulhaber.com/facebook](https://www.facebook.com/faulhaber)



[faulhaber.com/youtubeFR](https://www.youtube.com/faulhaber)



[faulhaber.com/linkedin](https://www.linkedin.com/company/faulhaber)



[faulhaber.com/instagram](https://www.instagram.com/faulhaber)



FAULHABER motion existe désormais également en tant qu'application.

Flashez ce code QR pour accéder au téléchargement gratuit.



WE CREATE MOTION