FAULHABER

motion

LA RIVISTA MOTORIZZATA

02.2022

Colore e precisione

UN'INCREDIBILE
varietà di colori

ANNIVERSARIO

04 75 anni di azionamenti
FAULHABER celebra il 75° anniversario a Schönaich.

SERIE DI INTERVISTE

06 Passione in movimento – La nostra motivazione
Intervista con l'amministratore delegato Hubert Renner.

AEROSPAZIALE & AERONAUTICA

10 Un mini-laboratorio in un mini-satellite
Il progetto BAMMsat ha sviluppato un mini-laboratorio per svolgere studi scientifici nello spazio. A bordo c'è anche un motore FAULHABER.

INDUSTRIA E AUTOMAZIONE

14 Un'incredibile varietà di colori
Il sistema di dosaggio colorDoS permette di passare da un colore a quello successivo in tempo record. L'azionamento FAULHABER riveste un ruolo importante in tal senso.

ROBOTICA DI ISPEZIONE

18 Risanamento senza scavi
Pipetronics è un'azienda leader sia in termini di tecnologia che di mercato per lo sviluppo e la manifattura di robot per sistemi fognari. Il produttore impiega le tecnologie FAULHABER per le proprie soluzioni di azionamento.

NEWS

22 FAULHABER Drive Calculator
FAULHABER Drive Calculator è lo strumento perfetto per consentire agli sviluppatori di trovare un sistema di azionamento adatto a un'applicazione specifica in tempo record.

NOVITÀ

23 FAULHABER L
I nuovi attuatori lineari della serie L di FAULHABER offrono ai clienti un pacchetto completo da un unico fornitore, in grado di far fronte a diversi compiti di azionamento lineare.

Cari lettori,

75 anni di FAULHABER: il 9 settembre abbiamo celebrato questo traguardo storico della nostra azienda con un evento che tutti noi ricorderemo di certo a lungo. Nel primo articolo vi parleremo dell'evento e vi sveleremo perché la festa è iniziata in Daimlerstraße ed è finita in Faulhaberstraße.

Nel corso di un'intervista, Hubert Renner ci fornirà una retrospettiva personale delle sfide del passato e le sue considerazioni sul futuro di FAULHABER. Questa intervista segna l'inizio di una serie in cui vi presenteremo uno dopo l'altro tutti gli amministratori delegati.

In questo numero della rivista motion scoprirete anche come il gruppo di ricerca studentesco guidato da Aqeel Shamsul sia riuscito, con l'aiuto di FAULHABER, a sviluppare un laboratorio automatizzato in miniatura in grado di svolgere in modo efficiente e a costi contenuti una serie di esperimenti su colture microbiologiche e organismi superiori semplici nello spazio, a bordo del cosiddetto «CubeSat».

Dai meandri dello spazio ci avventureremo nelle profondità del sottosuolo insieme a «Pipetronics» e scopriremo tutto quello che c'è da sapere sui compiti, sullo sviluppo e sulla produzione dei moderni robot per la riparazione di condotte fognarie.

L'innovativo sistema di dosaggio colorDoS di HNP Mikrosysteme chiarisce come sia possibile introdurre il colore all'ultimo momento nello stampaggio a iniezione, poco prima della produzione del componente, e come sia possibile cambiare colore in tempo record. L'azionamento di FAULHABER riveste un ruolo centrale nel convogliare il colorante liquido con una precisione al microlitro.

E, ultimo ma non meno importante, desidero richiamare la vostra attenzione su due notizie di rilievo. Gli sviluppatori dovrebbero assolutamente dare un'occhiata al FAULHABER Drive Calculator. Questo nuovo strumento web rivoluzionerà il modo in cui vengono selezionati i sistemi di azionamento adatti alle varie applicazioni. E parlando di sistemi di azionamento, con la nuova serie L di FAULHABER presentiamo per la prima volta una soluzione completa per il settore dei sistemi di azionamento lineare.

Buona lettura!

Cordiali saluti

Karl Faulhaber
Amministratore delegato

Edizione 02/2022

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

Grafica:
Werbeagentur Regelmann
Pforzheim · Germany
www.regelmann.de

Crediti fotografici e copyright:
Tutti i diritti riservati. I diritti sulla parte grafica e sulle immagini così come sui marchi menzionati sono detenuti dai relativi proprietari. Il copyright sugli articoli è detenuto dalla redazione. La riproduzione o l'elaborazione elettronica dei contenuti, anche parziale o limitata, è consentita solo con il consenso esplicito per iscritto della redazione.

Frequenza di pubblicazione e abbonamento:
FAULHABER motion viene pubblicata due volte all'anno e viene distribuita gratuitamente a clienti, a parti interessate e ai dipendenti di FAULHABER.

Adesso FAULHABER motion è disponibile anche in formato digitale:
www.faulhaber.com/it/motion

FAULHABER celebra il **75° anniversario** a Schönaich

La storia di successo di FAULHABER inizia alla fine degli anni '40, quando il giovane ingegnere Dr. Fritz Faulhaber fonda nella cittadina tedesca di Schönaich l'azienda «Feinmechanische Werkstätten» (officine meccaniche di precisione). L'idea di usare un motore elettrico per far avanzare la pellicola gli era già venuta in precedenza, mentre lavorava allo sviluppo del rivoluzionario modello di telecamera «Vitessa» per il rinomato produttore di fotocamere Voigtländer. Dato che non riusciva a trovare un motore sufficientemente piccolo ma abbastanza efficiente e potente per il funzionamento a batteria, a metà degli anni '50 il Dott. Fritz Faulhaber decise di mettere a punto una propria soluzione. La sua invenzione di un design ad avvolgimento inclinato, senza ferro ed autoportante, si rivelò una tecnica di azionamento innovativa che non solo risolse il problema della fotocamera ma che avrebbe costituito la base del futuro della miniaturizzazione in tanti campi applicativi in tutto il mondo, gettando le basi del successo dell'azienda per i successivi 75 anni.

In questi avvincenti 75 anni di attività FAULHABER ha appreso quanto siano stati importanti il coraggio imprenditoriale e la lungimiranza e quanto lo siano tuttora: non solo per FAULHABER bensì anche per i tanti clienti le cui applicazioni non sarebbero state possibili senza tale lungimiranza. Ciò che ha reso possibile questo successo sono le persone che lavorano alla FAULHABER in tutto il mondo. Per tutti coloro che lavorano nello stabilimento di Schönaich, l'anniversario è stato un'occasione lungamente attesa e ben meritata di celebrare insieme questo successo.

Venerdì 9 settembre 2022 lo spazio allestito per l'evento, situato di fronte alla sede centrale dell'azienda, era pronto per ricevere gli ospiti. All'entrata gli invitati hanno avuto la sorpresa di ricevere una borsa regalo che, oltre a presentare lo slogan «75 Years of Motion», li invitava a mettere in pratica queste parole con una corda per saltare e uno yo-yo. Per coloro che preferivano la lettura al movimento, la borsa conteneva anche l'opuscolo dell'anniversario fresco di stampa.

«75 Years of Motion» era anche il motto delle numerose attrazioni della festa aziendale. Partecipanti giovani e meno giovani hanno potuto mettere alla prova il loro talento per il movimento in castelli gonfiabili, arrampicate su cassette e molte altre attrazioni. Per fornire l'energia necessaria c'erano numerose possibilità di idratarsi o magiare un boccone, con un ampio ventaglio di opzioni culinarie.

I visitatori hanno avuto anche l'opportunità di assistere a performance con bolle di sapone o trucchi di magia e di ascoltare l'esibizione di un gruppo musicale. Molti hanno anche sfruttato l'opportunità per fare un tour dell'azienda. Qui i dipendenti poteva-

no presentare orgogliosamente i loro posti di lavoro alle famiglie e gli ospiti potevano andare in giro da soli o partecipare ad una visita guidata.

Anche la Sig.ra Anna Walther, in veste di sindaco di Schönaich, ha preso parte all'evento per porgere i suoi migliori auguri. Dopo aver sottolineato l'importanza dell'azienda sia per il comune che per l'area aziendale di Shönaich, ha elogiato FAULHABER per il suo impegno a favore del territorio e delle sue radici e, affermando che FAULHABER è stata una delle prime aziende tedesche a produrre in modo clima-neutrale nella sede di Schönaich, ha evidenziato l'impegno dell'azienda a favore della sostenibilità.
Come ringraziamento speciale, insieme all'amministratore delegato Lutz Braun ha presentato l'indicazione stradale con il nuovo nome della strada che porterà in futuro allo stabilimento di Schönaich: Faulhaberstraße (via Faulhaber) – una strada verso il futuro. Perché è questo che FAULHABER rappresenta ormai da più di 75 anni.

https://75.faulhaber.com/en/

SERIE DI INTERVISTE

Passione in movimento –
La nostra motivazione

#01

Hubert Renner
AMMINISTRATORE DELEGATO

Considerare il cambiamento un'opportunità. Questo è stato il credo di Hubert Renner sin dal primo giorno in cui ha intrapreso la sua carriera in FAULHABER come operaio attrezzista nel 1983. Il suo talento per il pensiero analitico e il suo approccio pratico furono evidenti sin dagli esordi. Di conseguenza, ben presto gli furono affidati compiti di responsabilità e con il tempo fu promosso in posizioni sempre più impegnative. Per molti anni il Sig. Renner ha avuto un ruolo essenziale nel plasmare l'azienda rivestendo ruoli come quello di vicedirettore del montaggio, di direttore di produzione, di firmatario autorizzato e direttore di quattro stabilimenti di produzione. Dal 2022 fa parte del gruppo dirigenziale di FAULHABER in veste di amministratore delegato.

Passione per il cambiamento

Sig. Renner, ricorda le condizioni di produzione alla FAULHABER nel 1983, quando ha iniziato a lavorare per l'azienda?

A quei tempi la produzione nello stabilimento in Mozartstraße era caratterizzato da postazioni di lavoro manuali. A Schönaich si producevano solo motori a spazzole, la cui produzione era suddivisa in tre ambiti (avvolgimento, produzione dei componenti e produzione finale) basati sul processo di produzione. Quasi sempre le richieste e gli ordini superavano le nostre capacità di consegna. Ad esempio, quando un cliente ordinava 100 motori (che a quei tempi era un ordine grande!) spesso potevamo fornirne solo 50. A quei tempi non c'erano computer in azienda. L'intera pianificazione dei singoli pezzi e dei gruppi avveniva per mezzo di schede rubrica. Avevamo uno schedario nel reparto acquisti, uno nel magazzino e uno nel reparto di programmazione della produzione. Tutte le annotazioni nelle schede venivano fatte a mano. Così, nel peggiore dei casi, avevamo quattro diversi livelli di scorte per uno stesso pezzo: uno nel reparto acquisti, uno nel magazzino e uno nel reparto di programmazione della produzione, e poi la scorta effettiva, che spesso era stabilita sul posto dall'addetto alla programmazione della produzione prima di confermare l'ordine.

Dunque la domanda era maggiore dell'offerta?

A quei tempi la domanda di motori FAULHABER continuava a crescere. Una tappa importante fu raggiunta quando ricevemmo un ordine di oltre 700.000 motori da consegnare entro un anno. Era il doppio del volume di produzione normale. La forte crescita e lo sviluppo positivo degli affari che ne derivò ci permisero di costruire in seguito il nuovo edificio in Daimlerstraße, dove ci trasferimmo nel 1990.

Che provvedimenti adottò il reparto produzione per far fronte all'aumento della domanda?

L'aumento di manodopera, sia maschile che femminile. Una parte della soluzione fu l'introduzione di un cosiddetto «turno delle casalinghe». Mentre prima lavoravamo con un unico turno, questo passo ci dette altre quattro ore al giorno di capacità produttiva. Essenzialmente fu così che prese l'avvio la nostra produzione su doppio turno. Le postazioni di lavoro erano disposte una accanto all'altra. Alcuni degli operai addetti all'assemblaggio sedevano spalla a spalla. Fu necessario convincere gentilmente l'amministratore delegato dell'epoca, il Sig. Klingberg, a togliere la sua Mercedes dal garage per installare immediatamente due presse a iniezione Arburg.

C'era già concorrenza a quei tempi?

All'inizio non tanto, ma la rapida espansione del mercato fece emergere, tra le altre cose, alcuni concorrenti in forte crescita. Ormai non si assegnavano più gli ordini, piuttosto bisognava presentare offerte. Per consentire una struttura dei costi in grado di farci restare concorrenziali in termini di prezzi, la produzione venne automatizzata in modo sistematico e costante. Nel giro di 10 anni quasi tutti gli assemblaggi e gran parte del montaggio finale furono parzialmente o completamente automatizzati. Il numero di varianti continuava a crescere. Le soluzioni di azionamento personalizzate in base al cliente erano e sono ancora al centro del successo di FAULHABER. L'enorme numero di pezzi e numeri identificativi a tutti i livelli dell'elenco pezzi non poteva più essere organizzato con schede: alla fine c'erano 2-3 schedari uno accanto all'altro! La soluzione fu un sistema di pianificazione e gestione della produzione, che fu introdotto nel 1991. Da quel giorno i computer diventarono imprescindibili.

In che modo le richieste del mercato hanno influito sullo sviluppo di nuove tecniche di azionamento?

La crescente importanza dell'elettronica anche nella tecnica di azionamento e la caduta dei prezzi dei componenti elettronici, unita all'aumentare della loro quantità, hanno creato nuovi utilizzatori per i motori di piccole dimensioni. FAULHABER ha aumentato notevolmente le proprie capacità di sviluppo prodotti e ha introdotto una serie di nuove linee di motori. Vari azionamenti brushless, i motori a rotore piatti, i motori passo-passo, gli encoder integrati e i necessari controlli di posizione e velocità sono diventati i componenti centrali della nostra gamma di prodotti. Per il reparto produzione ciò ha portato ad un naturale aumento delle linee di assemblaggio.

Com'è riuscita FAULHABER ad organizzare economicamente una gamma di prodotti così ampia?

Il numero estremo di varianti non poteva più essere organizzato economicamente mantenendo scorte di prodotti vendibili. La soluzione fu la produzione su richiesta. Ciò comportò lotti di dimensioni notevolmente inferiori che non potevano essere automatizzati in modo economico a tutti i livelli degli

elenchi pezzi. Per ottenere una struttura dei costi economica, abbiamo aperto stabilimenti di produzione in Ungheria e Romania, espandendoli costantemente. Il nostro modello commerciale si era evoluto da quello di fornitore di motori a quello di fornitore di sistemi di azionamento personalizzati e su ordinazione.

Ma il fatto di produrre in sedi diverse non comporta anch'esso dei problemi?

In termini di organizzazione della produzione, produrre su richiesta in varie sedi è sempre stata e rimane una grande sfida. La nostra risposta a questo problema è la «PRODUZIONE SINCRONIZZATA NEGLI STABILIMENTI». Abbiamo usato carte radar per valutare e migliorare costantemente il disimpegno di tutte le sedi della rete di produzione. Programmi CIP, gestione dell'officina, strutture kanban, riduzione dei tempi di lavorazione, capacità flessibili e linee a U sono solo alcune delle caratteristiche. Sono particolarmente lieto del successo della produzione sincronizzata negli stabilimenti di produzione, che nel 2018 ci è valsa il primo posto nella categoria «Montaggio eccellente di piccole serie» nell'ambito del concorso «Factory of the Year» (Fabbrica dell'anno).

Che importanza riveste per FAULHABER il fatto che tutti i dipendenti siano qualificati in tutti gli stabilimenti?

Per noi ogni dipendente rappresenta un investimento importante. Ogni dipendente che riceve una formazione in FAULHABER per 3-4 anni sarà poi qualificato per più di 100 compiti. Si tratta di un aspetto portato avanti coerentemente in tutte le sedi. Ogni stabilimento di produzione di ogni sito è stato attrezzato e organizzato in maniera uniforme. Si tratta di un prerequisito importante per una produzione sincronizzata tra le varie sedi. Che sia in Ungheria, in Romania, in Svizzera o in Germania, l'ambiente di produzione distintivo di FAULHABER è subito riconoscibile. Ciò comprende anche la formazione sistematica. Se hai formato una persona per 3 anni, si tratta di un investimento assoluto. Infatti ci vuole un tempo incredibilmente lungo prima che le competenze specifiche relative ad una gran varietà e a numerose linee di prodotti diversi vengano assimilate al punto da poter essere utilizzate in modo produttivo.

Parliamo dell'attuale situazione globale: fino a che punto FAULHABER è a prova di crisi?

Darwin era convinto che alla fine la specie che ha più successo non è la più forte ma la più adattabile. Questa nozione tratta dalla teoria dell'evoluzione è un buon orientamento anche per le aziende. Per noi di FAULHABER non è diverso: in passato abbiamo dovuto adattarci spesso a nuovi scenari.

La pandemia di COVID-19 e le sue conseguenze hanno causato e continuano a causare uno sconvolgimento senza precedenti della catena di approvvigionamento globale. E non parlo solo di carta igienica (risate). Improvvisamente, determinati materiali hanno smesso di essere disponibili. I tempi di consegna, ad esempio, per i componenti elettronici, sono aumentati da quelle che prima erano 16 settimane a 52-104 settimane: come facciamo a sapere di quali e quanti pezzi avremo bisogno tra 1-2 anni?

L'invasione dell'Ucraina da parte della Russia crea nuove incertezze, specialmente per quanto riguarda le materie prime e il settore energetico. Sorgono nuove sfide per la produzione e la pianificazione della produzione, la gestione delle capacità, i materiali e l'intera organizzazione. Ancora una volta ci vuole quella flessibilità che FAULHABER ha dovuto dimostrare tante volte in passato e che rappresenta la soluzione più promettente. Saranno necessari vari cambi di paradigma. In passato la massima dell'industria era «just in time». Ora invece abbiamo bisogno di metodi nuovi e aggiornati per mantenere le capacità di consegna.

Ha fatto riferimento a un cambio di paradigma: cosa intende dire esattamente?

Parliamo ad esempio di integrazione verticale: se non è possibile procurarsi pezzi e prodotti esternamente con sufficiente certezza, dobbiamo esaminare bene se possiamo produrli internamente. I componenti per ingranaggi,

le scatole di ingranaggi con ingranaggi interni o i pezzi torniti sono esempi che siamo già riusciti ad integrare con successo. Attualmente stiamo prendendo in considerazione altri pezzi.
Bisogna poi mantenere scorte di pezzi e componenti che non è fattibile produrre internamente. Un buon esempio sono i semiconduttori e i cuscinetti a sfera. Per il tipo e il volume delle scorte, la parola chiave è previsione. Per riuscire a portare a termine le consegne in sospeso in tempi congrui sono necessarie capacità flessibili lungo tutta la catena di trasformazione.

In un'epoca in cui l'approvvigionamento di materiali è incerto, la capacità di effettuare consegne viene prima della riduzione dei costi. Altre possibili soluzioni sono l'instaurazione e il rafforzamento di rapporti commerciali con i fornitori regionali, la riduzione della dipendenza da singoli paesi fornitori o singole aziende fornitrici e l'adesione ad associazioni di acquisto.

Cerchiamo di comprendere tempestivamente le mutevoli necessità dei mercati in tutte le regioni di vendita e facciamo confluire le nostre conclusioni nelle previsioni, negli investimenti e nei progetti.

È così che assicuriamo di prendere le migliori decisioni possibili in fatto di approvvigionamento di materiali, gestione delle capacità e potenziamento delle linee di produzione.

Come decidete in che ambiti investire?

Abbiamo stabilito con successo una comunicazione funzionante tra tutti i responsabili delle vendite e le regioni: dai responsabili delle vendite sul campo all'alta dirigenza, tutte le istanze interessate contribuiscono con informazioni importanti che ci aiutano e prendere le decisioni giuste. Questa è la base su cui pianifichiamo i nostri investimenti. Non avevamo mai investito come quest'anno e continueremo su questa strada negli anni a venire.

In questo contesto ci aiuta la struttura omogenea dell'azionariato familiare: FAULHABER è sempre stata disponibile ad investire il capitale necessario in buone idee. La fiducia che gli azionisti ripongono nell'azienda è ricambiata dalla fiducia dei dipendenti nell'azionariato e nell'azienda. E questo è sempre stato ed è ancora un fattore di successo estremamente importante.

Guardiamo per esempio alla produzione in camera bianca che abbiamo appena avviato in Germania. Al suo interno realizziamo i primi prodotti medicali che vengono impiantati nel corpo, nonché prodotti per l'automazione della produzione di semiconduttori. Si tratta di prodotti che devono essere estremamente precisi e clinicamente puliti. Se questi progetti avranno successo, tra 3-4 anni potremmo avere 50, 60 o 70 posti di lavoro nella produzione in camera bianca di Schönaich.

Secondo Lei quale direzione prenderà FAULHABER in futuro?

Secondo me dobbiamo vedere le sfide attuali come opportunità. La nostra strategia per i mercati di riferimento ci aiuta ad analizzare i principali mercati con crescita futura.

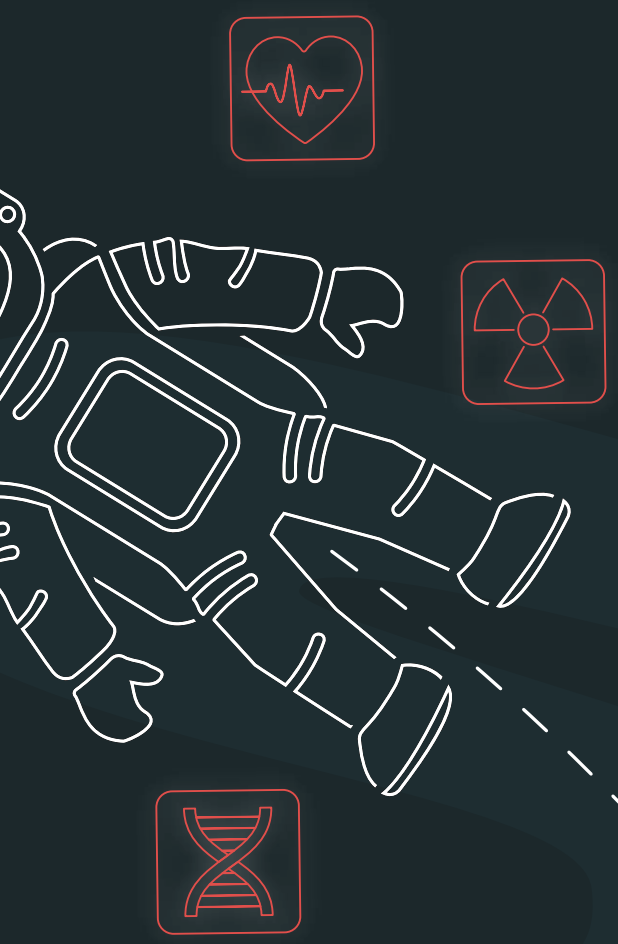
Il futuro risiede ad esempio nella robotica e nell'automazione industriale. Dovunque guardiamo oggi, che sia logistica, industria agricola o tecnologia medicale e di laboratorio, la robotica è un mercato enorme e tutti i robot hanno bisogno di motori, e di motori a basso consumo, perché di solito i robot mobili non vogliono trascinarsi dietro un cavo; vogliono invece lavorare in modo flessibile e muovendosi liberamente nello spazio, il che significa che hanno bisogno di una batteria. Se all'interno c'è una batteria, il consumo di energia è cruciale. Se il consumo di energia è cruciale, noi e la nostra tecnologia FAULHABER siamo in testa.
Questi sono i fattori di successo per i mercati del futuro – noi siamo FAULHABER!

www.faulhaber.com/en/motion/

Quali sono i possibili problemi di salute per chi si mette in viaggio verso Marte?

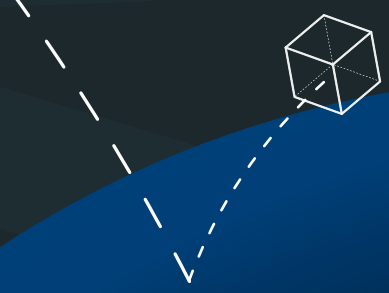
Un mini laboratorio in un mini satellite sta cercando delle risposte a questa domanda

Lo spazio è un ambiente ostile. Questo, insieme alle vaste distanze, rende i viaggi spaziali con equipaggio alquanto difficili. Tra i principali problemi troviamo l'assenza di gravità e l'esposizione alle radiazioni cosmiche. Chiunque programmi permanenze di lunga durata nell'universo deve essere ben consapevole e comprendere a pieno gli effetti causati da questi problemi sui processi biologici. Ad ogni modo, l'esplorazione dello spazio da parte dell'uomo è molto costosa ed estremamente complessa. Per questo il progetto britannico BAMMsat ha sviluppato un mini-laboratorio da trasportare nello spazio con un mini-satellite al fine di condurre studi scientifici sfruttando le minime risorse disponibili. A bordo c'è anche un motore FAULHABER.



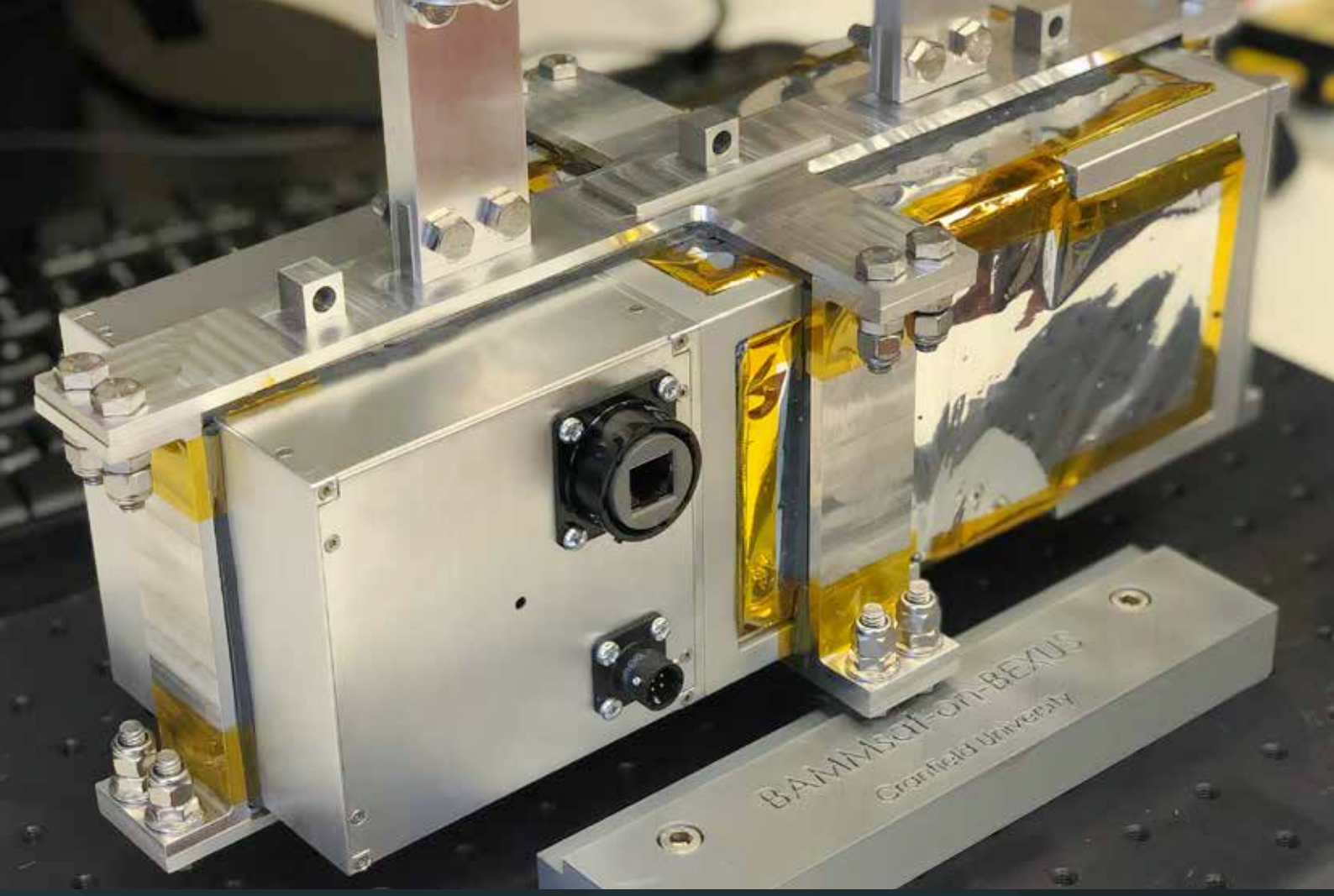
La Luna, che presto vedrà arrivare altre nazioni con ambizioni spaziali, è vicinissima. Questo é ancor più evidente se si considera che con le tecnologie disponibili negli anni '60 e '70 il viaggio per raggiungere il satellite durò appena 3 giorni. Oggi però la prossima grande destinazione delle missioni spaziali con equipaggio è Marte. Al momento un veicolo spaziale impiega nove mesi per raggiungere il pianeta rosso: ciò significa un anno e mezzo di viaggio solo per andare e tornare. In questo arco di tempo, l'equipaggio sarebbe esposto all'assenza di gravità e agli alti livelli di radiazioni presenti nello spazio. Gli effetti di queste condizioni a lungo termine non sono stati ancora studiati a pieno da nessuno.

«Dalla Terra, l'impatto dell'assenza di gravità e l'esposizione alle radiazioni cosmiche possono essere studiati solo in parte», spiega Aqeel Shamsul, supervisore del progetto BAMMsat presso l'Università di Cranfield in Inghilterra. «Gli esperimenti nello spazio presentano particolari sfide e richiedono costi elevati per il trasporto dei razzi, compresi quelli per la logistica e il tempo degli astronauti. Questo a sua volta restringe le possibilità di ricerca sui sistemi biologici in condizioni spaziali».



CubeSats – Il segmento aerospaziale low-cost

Qualche anno fa, un gruppo di lavoro universitario guidato da Aqeel Shamsu si prefissò l'obiettivo di trovare una soluzione pratica ed economica a questo dilemma. L'idea era quella di sviluppare un laboratorio automatizzato in miniatura in grado di condurre autonomamente tutta una serie di esperimenti su colture micro-biologiche e organismi superiori semplici. Le dimensioni erano predefinite: il prototipo doveva entrare in un «CubeSat» di tipo 3U.



Il sistema BAMMsat

I CubeSat (o satelliti cuboidi) vengono impiegati dal 2004. Si tratta di moduli standardizzati di forma cubica per satelliti miniaturizzati con basso peso di lancio e pertanto con costi di lancio ridotti. Essi hanno segnato l'inizio di quello che potremmo definire il segmento aerospaziale low-cost. Il CubeSat dalle dimensioni più piccole è quello di tipo 1U (ossia con una singola unità). Quest'ultimo misura circa 11×10×10 centimetri e non supera 1,33 chilogrammi di peso. Un CubeSat 3U misura 34x10x10 centimetri e pesa quattro chili. È possibile lanciare congiuntamente su un unico razzo più CubeSat, ma anche satelliti di diverse dimensioni. Questo permette di ripartire i costi di trasporto.

Un nematoda come pilota di prova

Il mini-laboratorio del team di BAMMsat entra nell'alloggiamento di un 3U, che ha più o meno le stesse dimensioni di una scatola di scarpe per un paio di ballerine. Gli esperimenti vengono condotti su esemplari di Caenorhabditis elegans. Si tratta di un nematoda che misura appena un millimetro di lunghezza e generalmente vive sotto terra in zone dal clima temperato. L'83% dei suoi geni sono simili a quelli del genere umano, motivo per cui viene spesso usato sulla Terra per condurre degli studi in campi come quelli della gerontologia, della fisiologia muscolare e della radiobiologia. Nello spazio, le cellule degli C. elegans reagiscono all'assenza di gravità e all'esposizione alle radiazioni in maniera analoga a quella delle cellule umane.

Un elemento chiave di questo laboratorio spaziale in miniatura è un disco rotondo con diverse camere che contengono gli esemplari biologici. Le camere presentano aperture di ingresso e di uscita che consentono di introdurre o togliere minime quantità di fluidi. Questo consente di fornire cibo ai nematodi e di rimuovere i loro escrementi. Inoltre, questo permette di somministrargli sostanze farmaceutiche per studiare il loro effetto in condizioni spaziali.

Ruotando il disco è possibile far spostare le camere per posizionarle davanti alla lente di un microscopio. Uno spettrometro è in grado di determinare le proprietà biologiche del materiale all'interno della camera, come la proporzione delle proteine. Questo consente di condurre tanti esperimenti diversi sullo stesso sistema: una novità per tali strumenti. Al posto dei nematodi, le camere potrebbero ospitare, ad esempio, anche delle colture biologiche. I dati ricavati dagli esperimenti vengono raccolti dal computer di bordo per poi essere inviati verso la Terra.

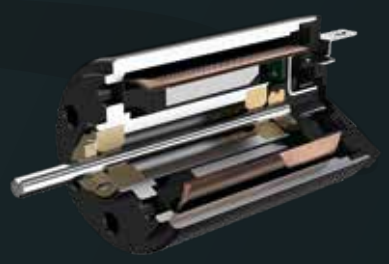
La coppia del disco rotante

«Uno degli aspetti più importanti di questo progetto è stato quello del contenimento massimo del peso», spiega Aqeel Shamsul. «Questo ci ha consentito di installare il modulo in un CubeSat di tipo 3U e di assicurarci che il progetto fosse economicamente fattibile. L'azionamento del disco, sul quale vengono posati gli esemplari di nematoda, ha rivestito un ruolo centrale. Non doveva essere soltanto estremamente piccolo e leggero ma doveva fornire una coppia elevata e funzionare in modo estremamente preciso durante l'intero periodo della missione con durata da diversi mesi a un anno».

Inizialmente il team di BAMMsat aveva previsto per questo compito l'uso di un motore passo-passo. Ma gli esperti di EMS, filiale britannica di FAULHABER, hanno suggerito un'altra soluzione proponendo il motore DC a spazzole della serie SR che, grazie al suo diametro di 22 mm, ha dimostrato di essere la soluzione ideale per i requisiti di questa applicazione. Un encoder di tipo IEH3-4096 costituisce la base di un controllo finemente regolato, mentre un riduttore planetario di tipo 20/1R massimizza la coppia. Questo assicura che le camere degli specimen si muovano sempre nella posizione desiderata e che gli esperimenti possano essere svolti come da programma.

Il mini-laboratorio ha avuto il suo battesimo del fuoco nell'autunno dello scorso anno. Il 21 ottobre, nella Svezia settentrionale, un pallone lo ha portato nella stratosfera. Vi è rimasto per cinque ore, durante le quali tutti i sistemi di bordo hanno superato con successo i test condotti in condizioni analoghe a quelle da affrontare nello spazio. Quindi, frenato da un paracadute, il modulo CubeSat è atterrato in Finlandia senza riportare danni. Il primo lancio con un razzo è in programma per il 2024, il team BAMMsat ha intenzione di produrre ulteriori moduli per consentire di fare ricerca biologica nello spazio a costi non esorbitanti. «Sono convinto che la nostra tecnologia possa dare un fortissimo contributo all'ulteriore sviluppo delle missioni spaziali con equipaggio», afferma Aqeel Shamsul. «A prescindere da questo, il nostro mini-laboratorio schiude possibilità del tutto nuove e soprattutto economicamente finanziabili per condurre un'ampia serie di esperimenti biochimici in condizioni spaziali».

BAMMsat
Il team di BAMMsat è composto da studenti dell'Università di Cranfield e dell'Università di Exeter in Inghilterra. Collabora con il Centro di ricerca aerospaziale tedesco (DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), l'Agenzia spaziale nazionale svedese (Rymdstyrelsen) e l'Agenzia spaziale europea (ESA - European Space Agency).



FAULHABER 2232 ... SR
MICROMOTORI DC A SPAZZOLE

www.faulhaber.com/it/motion/

Colore e precisione

UN'INCREDIBILE varietà di colori

La plastica presenta molti vantaggi. Uno di questi è che può essere tinta di qualsiasi colore. Dalle tonalità tenui color guscio d'uovo a quelle raffinate come il blu reale passando per quelle accese come l'arancione: la varietà di colori dei componenti in plastica non conosce limiti. Il processo di colorazione può avvenire anche «all'ultimissimo momento», subito prima dello stampaggio a iniezione del componente in questione. Il sistema di dosaggio colorDoS di HNP Mikrosysteme consente di passare da un colore all'altro a tempo di record. L'azionamento di FAULHABER riveste un ruolo centrale nel convogliare il colorante liquido con una precisione al microlitro.

Quanti pezzi stampati a iniezione vediamo o maneggiamo fisicamente nell'arco di una giornata? Se la sera ci mettessimo a tentare davvero di dare una risposta a questa domanda cercando di contare il numero esatto di componenti, sicuramente non andremmo a dormire tanto presto. Nel mondo odierno la plastica è onnipresente e lo stampaggio a iniezione è un metodo di produzione universale ed economicamente vantaggioso usato per darle le più svariate forme: il materiale grezzo, il granulato plastico, viene riscaldato fino a diventare liquido, per essere poi iniettato in uno stampo. Laddove necessario, basta rimuovere bavature e punti di iniezione - e il gioco è fatto.

Nell'arco di una giornata se prendessimo in considerazione solamente quello che ci é saltato agli occhi noteremmo una quantità di colori enorme: il mondo della plastica é colorato tanto quello dei fiori e delle farfalle.

Esistono diversi modi per portare questa varietà cromatica anche nel materiale grezzo. Quando si tratta di produrre pezzi di colore identico in grandi quantità, spesso si preferisce lasciare che ad occuparsi della colorazione siano i fornitori di plastica dell'industria chimica. In questo modo il granulato ha già il colore del prodotto finale. In molti settori e categorie di prodotti, la quantità è meno importante di una reazione rapida e flessibile ai desideri dei clienti, e questo vale anche per la colorazione.

La chiave di violino sta nel dosaggio

In questo caso, il metodo di scelta consiste nell'aggiungere del colorante liquido al flusso di granulato, direttamente all'ingresso del trasportatore a coclea - il cosiddetto dosaggio della pressa ad iniezione. Nel cilindro il granulato viene al contempo riscaldato, mischiato completamente e quindi spinto dalla vite rotante all'interno dello stampo. Un sistema di dosaggio ha il compito di assicurarsi di ripartire uniformemente il colorante nel granulato. Quindi, la vite della pressa ad iniezione, in combinazione con la pressione dinamica, assicura che il colorante sia mischiato accuratamente. Per la qualità del colore, un dosaggio di precisione è essenziale. Qui le quantità da dosare possono essere estremamente piccole.

«Abbiamo sviluppato il nostro compatto sistema di dosaggio colorDoS in particolare per quei processi in cui si ha la necessità di passare rapidamente da un colore all'altro», spiega Olaf Lang dell'ufficio tecnico commerciale di HNP Mikrosysteme, con sede nella città tedesca di Schwerin. «È possibile dosare tra 0,02 e 100 grammi di colorante per iniezione».

La sofisticata tecnologia di HNPM garantisce non solo un dosaggio ad elevata precisione dei singoli colori, ma evita anche la contaminazione tra i vari colori. Grazie al particolare design dell'ugello di dosaggio e dei raccordi dei tubi flessibili è possibile cambiare colore in modo rapido, pulito e senza tempi di pulizia.

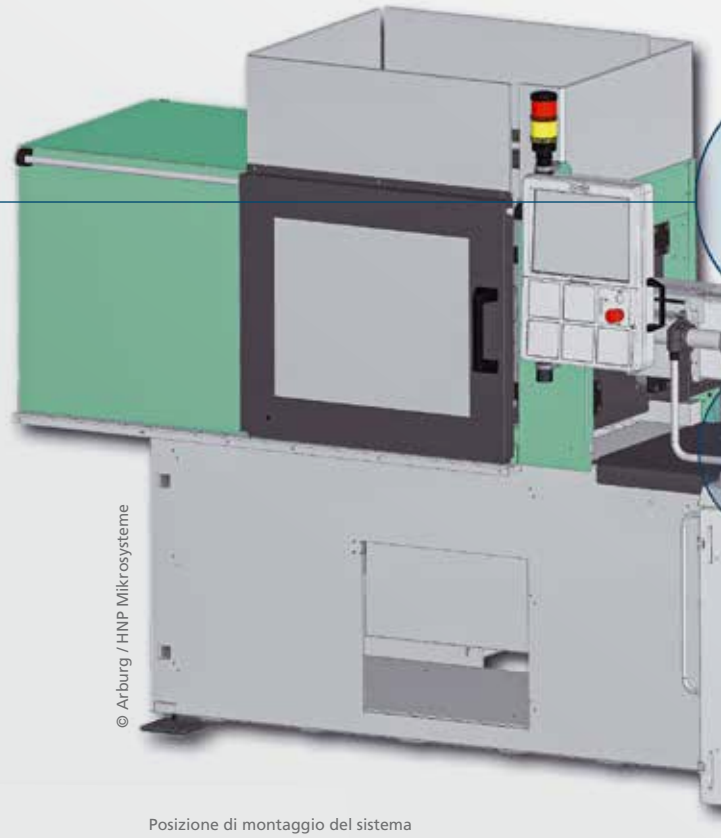
Il dosaggio di precisione è affidato una micropompa a ingranaggi anulare. Si tratta di un pompa gerotor miniaturizzata dotata di un rotore interno e uno esterno. Il rotore interno ha un dente in meno rispetto all'ingranaggio anulare esterno. Le camere così createsi hanno un volume di spostamento fisso. Il dosaggio avviene in maniera volumetrica. La quantità di colorante può essere adattata cambiando la velocità e mantenendo però lo stesso tempo di dosaggio.

La ripetibilità è un fattore assolutamente decisivo. Per garantire che i prodotti abbiano sempre lo stesso colore, la quantità di colorante iniettata deve essere sempre la stessa.

Il sistema colorDoS impiega una pompa modulare mzr-7245. La quantità di dosaggio minima è di 20 microlitri per iniezione. Questo equivale a meno di una goccia ma, la speciale geometria dell'ugello di dosaggio fa in modo che anche questa minuscola quantità sia eseguita con elevata precisione e ripetibilità. «Qui la qualità della pompa riveste un ruolo cruciale ma, oltre al motore, anche i sensori analogici di Hall sono particolarmente importanti», sottolinea Lutz Nowotka, specialista degli azionamenti presso HNPM. «Sono anni che impieghiamo i micromotori di Schönaich. Per colorDoS, abbiamo optato per un servomotore brushless CC della serie BX4 di FAULHABER».

Sistema di dosaggio compatto per la vernice liquida

© HNP Mikrosysteme



Posizione di montaggio del sistema di dosaggio colorDoS sull'esempio dell'Allrounder 320 di Arburg

© Arburg / HNP Mikrosysteme

La velocità determina il colore

«La quantità di colorante dipende dalla velocità e dal tempo di dosaggio», spiega Olaf Lang. «Quanto più velocemente girano i rotori, tanto più grande sarà la quantità di colorante iniettato durante lo stesso arco di tempo, dove la velocità della pompa viene adattata al tempo di dosaggio della pressa ad iniezione. Il tempo di ciclo comprende il raffreddamento e l'espulsione del pezzo. Quindi la pompa si arresta brevemente. Il dosaggio di colorante è dunque un processo estremamente dinamico».

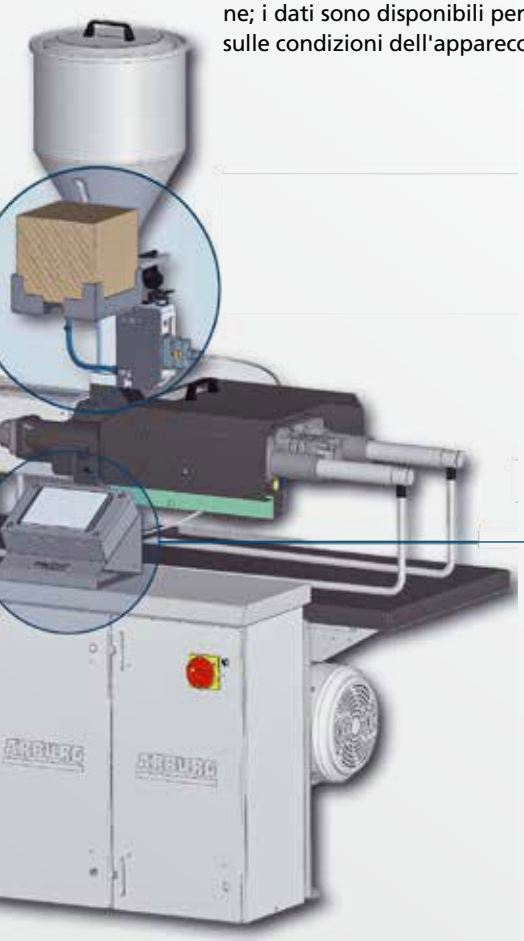
Posizionamento di precisione grazie ai sensori di Hall

Oltre a una coppia elevata di 96 mNm, tra i punti di forza del motore 3268...BX4 CS troviamo uno spazio di installazione ridottissimo, una durata di vita estremamente lunga e il controllo di posizione integrato ad alta precisione. «I sensori analogici di Hall consentono un posizionamento estremamente preciso dell'azionamento e, pertanto, anche dei rotori a 3.000 posizioni per giro. Questo permette alla nostra pompa un dosaggio ad alta precisione, anche nell'ordine di grandezza dei microlitri» afferma Nowotka. «In questo caso, un buon controllo di velocità e una coppia elevata anche a velocità estremamente ridotte sono cruciali. I minimi impulsi di movimento devono essere eseguiti senza scatti o balzi».

Il controllo riceve informazioni dettagliate sul funzionamento dell'azionamento tramite l'interfaccia seriale. Corrente di stand-by, velocità, posizione, deviazione e temperatura vengono rilevate con la massima precisione; i dati sono disponibili per un'analisi approfondita sulle condizioni dell'apparecchio.

Le manutenzioni necessarie possono essere rilevate tempestivamente non appena si intravedono all'orizzonte, ben prima che un malfunzionamento diventi imminente. Questo assicura un dosaggio sempre preciso del colorante ad ogni iniezione e un funzionamento affidabile.

Gli utenti del sistema colorDoS beneficiano anche di altri vantaggi. Il suo display di controllo comunica direttamente con la pressa ad iniezione indicando ad esempio il tempo residuo fino al prossimo cambio di recipiente. Il sistema di gestione dei codici colore può essere impiegato per memorizzare delle ricette di coloranti ricorrenti. Un gestore degli allarmi avvisa del basso livello di colorante ed arresta il processo di stampaggio ad iniezione in caso di errore. Ad ogni modo, secondo quanto affermato da HNPM, il componente chiave di colorDoS - e di altri sistemi di dosaggio - è la micropompa a ingranaggi anulare progettata internamente all'azienda e azionata da un motore FAULHABER.



Controllo del display per il sistema di dosaggio colorDoS

© HNP Mikrosysteme

FAULHABER BX4 CS
SERVOMOTORI BRUSHLESS CC

www.faulhaber.com/it/motion/
www.hnp-mikrosysteme.de

Risanamento **senza scavi**

Come tutti gli altri tipi di infrastrutture, anche le condotte fognarie richiedono una manutenzione ordinaria. Ma queste tubazioni sotterranee, spesso di piccole dimensioni, sono difficili da raggiungere. Anziché dissotterrare con altissimi costi, gli operatori che impiegano le procedure di risanamento senza scavi ricorrono all'impiego di robot specializzati che eseguono il lavoro dall'interno. Pipetronics è un'azienda leader sia in termini di tecnologia che di mercato per lo sviluppo e la manifattura di robot per sistemi fognari. Markus Lämmerhirt, membro del consiglio di amministrazione, ci parla di questo settore altamente specializzato.

Com'è iniziato il Suo lavoro con le condotte sotterranee?

Nell'ambito dei miei studi in meccanica di precisione, l'antesignana dell'odierna meccatronica, nel 1990 ho svolto un semestre di tirocinio presso il D.T.I., uno studio di ingegneria per la costruzione di macchine speciali. Ai tempi, stavano mettendo a punto una macchina che fosse in grado di fresare parti sporgenti nelle condotte residenziali in allaccio con diametri compresi tra 150 e 300 mm. Tutto questo per riuscire a far passare una telecamera di ispezione. A me era stato assegnato il compito di testare e migliorare il prototipo.

Da sinistra verso destra: il robot di riempimento SR 300, il robot di fresatura elettrico eCutter EF 250, il sistema di pressatura SR 300

Com'é nata la Sua prima idea?

Dopo che il cliente aveva approvato il prototipo, si è visto però che risultava difficile da utilizzare. Per la mia tesi di laurea ho avuto l'idea di un robot fresante. Poi questo prodotto è stato perfezionato da D.T.I. ed è così che sono nati i primi robot per la fresatura delle condotte fognarie. Nel 2000, insieme al direttore delle vendite, abbiamo acquisito il reparto di robotica per sistemi fognari del D.T.I. per la nostra azienda di allora.

I Suoi primi clienti da dove venivano?

Principalmente dalla Germania, dalla Francia e dalla Svizzera. In questi Paesi la riparazione di condotte fognarie senza scavi ha riscosso subito successo. Ai tempi avevamo solo un'azienda concorrente dalla Svizzera. Dato che il settore era relativamente piccolo, in breve tempo siamo riusciti a costruirci una reputazione a livello mondiale e così abbiamo iniziato ad esportare in Asia e negli USA. L'idea di poter lavorare dentro le condotte senza scavi sulla strada è un argomento di vendita indiscutibilmente convincente. Consente di risparmiare tempo e denaro senza causare interruzioni del traffico.

Secondo Lei quali sono le condizioni delle reti fognarie in Germania e nel resto del mondo?

La Germania conta circa 600.000 chilometri di rete fognaria. Secondo le nostre stime, circa il 18% necessiterebbe di un risanamento o di una sostituzione a breve termine. Suppongo che negli altri Paesi la situazione sia analoga o peggiore.

Il robot di fresatura elettrico eCutter EF 250

Quali sono le sfide e le tendenze nella robotica per sistemi fognari?

Le macchine e i dispositivi che operano nelle condotte fognarie richiedono tecnologie robuste e resistenti a lungo in un ingombro il più piccolo possibile. Le soluzioni standard sono raramente applicabili, per questo la maggior parte dei componenti sono sviluppati da noi. In termini operativi, prevediamo un aumento della carenza di personale specializzato. Pertanto, l'idea è quella di sostituire il lavoro svolto dall'uomo con una tecnologia intelligente che possa essere impiegata senza dover ricorrere a tecnici specializzati. La tendenza è quella del raggiungimento del punto danneggiato e della riparazione entrambi in maniera automatizzata.

Come mai la scelta è ricaduta su FAULHABER?

Se hai bisogno di tanta potenza in dimensioni ridotte, hai bisogno di motori in grado di fornirtela. La gamma di prodotti FAULHABER comprende motori che soddisfano tutte le nostre esigenze, come ad esempio quello per l'azionamento del robot che deve tirare un cavo davvero pesante o quello per il mini-tergicristallo per la pulizia della piccolissima telecamera.

Com'è avvenuta la scelta tra gli azionamenti idraulici ed elettrici?

Gli azionamenti idraulici sono molto resistenti ma hanno un grado di efficienza limitato rispetto al nostro spettro applicativo. A questo si aggiungono l'inquinamento acustico e i gas prodotti dal generatore e dalla pompa idraulica. Si tratta di aspetti da evitare soprattutto quando si lavora nei centri cittadini e nelle aree residenziali. Grazie alle batterie e agli azionamenti elettrici i nostri sistemi robotizzati funzionano senza emissioni di gas e in maniera silenziosissima.

Quali saranno le tecniche di azionamento rilevanti in futuro?

Finora abbiamo impiegato prevalentemente azionamenti a spazzole perché in passato non esistevano opzioni di controllo delle nostre macchine adatte agli azionamenti brushless. Il controllo deve trovarsi direttamente sul motore perché non può essere controllato su una linea di alimentazione lunga 150 m. La nostra tecnologia più recente sfrutta il sistema CAN-Bus, che consente anche di controllare i motori brushless. La tendenza è quella di impiegare la tecnologia bus e gli azionamenti brushless. I motori brushless sono meno soggetti all'usura e possono essere controllati e programmati.

Quali miglioramenti Le piacerebbe vedere nella tecnica di azionamento?

Le nostre priorità principali riguardano lo spazio di installazione ridotto e le elevate densità di potenza sia per il motore che per l'elettronica. Il tutto chiaramente abbinato a robustezza e durevolezza.

Quali sono i punti di forza che contraddistinguono Pipetronics?

Le nostre competenze principali riguardano lo sviluppo e la produzione di sistemi robotizzati. Il nostro know-how si basa su un'esperienza pluridecennale. Questo vale anche per la progettazione di generatori e il retrofitting di veicoli. Offriamo al mercato e agli utenti anche altri prodotti innovativi come ad esempio riparazioni localizzate con resina sintetica. Inoltre, investiamo continuamente ampie somme per conseguire ulteriori progressi.

State già guardando oltre le condotte fognarie?

Chiaramente la riparazione di condotte fognarie è il nostro business principale. Ma fondamentalmente questa tecnologia può essere impiegata anche per la riparazione senza scavi di condotte dell'acqua potabile. È possibile che venga impiegata anche in altri sistemi di tubazioni, come ad esempio nell'industria chimica, per l'ispezione di linee del gas, cisterne o recipienti a pressione.

Ritiene possibile che i robot umanoidi un giorno riescano ad aprire da soli i tombini per scendere nelle condotte fognarie?

In linea di principio tutto è possibile. Ma una tecnologia di questo tipo risulterebbe estremamente costosa e complessa. Esistono soluzioni più semplici, che si rivelano più vantaggiose sotto ogni punto di vista.

Riesce ad immaginarsi «robot volanti» o droni usati per i canali?

Questi tipi di macchine sono già stati testati con successo per attività di ispezione. Ma nel caso delle riparazioni non credo che sia sensato impiegarli per le riparazioni.

L'intervista con Markus Lämmerhirt

Un robot eCutter EF 250 su sistema robotico eMulti

Cos'è che vi distingue dalla concorrenza?

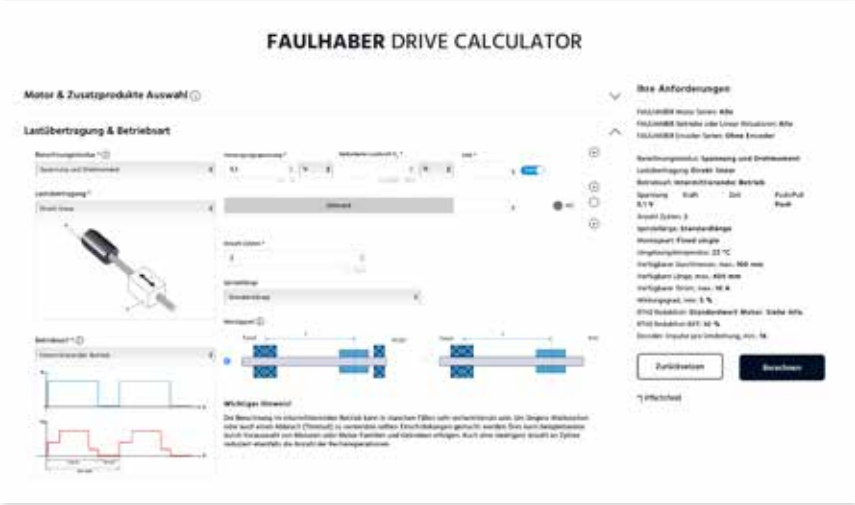
Grazie alla nostra tecnologia abbiamo una grande flessibilità che, all'occorrenza, ci permette di integrare facilmente design speciali in prodotti standard.

www.faulhaber.com/it/motion/
www.pipetronics.com

Informazioni su Pipetronics GmbH & Co. KG

Pipetronics GmbH & Co. KG, con sede a Stutensee nei pressi di Karlsruhe, offre soluzioni innovative per la riparazione di condotte fognarie senza scavi. Tra queste troviamo un'ampia gamma di robot elettrici ed idraulici. La grande competenza nell'ambito della consulenza e della assistenza è supportata da cinque sedi di assistenza, dove si effettuano anche le riparazioni. L'azienda offre anche opzioni di retrofitting personalizzato per veicoli e rimorchi, compresi gli accessori e un'ampia varietà di materiali di consumo per la riparazione di condotte fognarie. La gamma di prodotti comprende anche i sistemi di sigillatura interna delle condotte RedEx®, Pipe-Seal-Fix, Pipe-Seal-Flex e Pipe-Seal-End con i rispettivi accessori. Pipetronics è amministrata da Markus Lämmerhirt e Markus Brechwald.

FAULHABER DRIVE CALCULATOR
UN AIUTO PREZIOSO PER TUTTI GLI SVILUPPATORI



FAULHABER Drive Calculator è lo strumento perfetto per consentire agli sviluppatori di trovare un sistema di azionamento adatto a un'applicazione specifica in tempo record. È funzionale e facile da usare: l'interfaccia utente moderna e chiara è stata concepito per ottenere la massima usabilità, mentre utili tooltip forniscono preziose informazioni dettagliate.

Per velocizzare il calcolo, il programma ricorre a preimpostazioni globali con valori medi comuni. Naturalmente è possibile adattare le impostazioni predefinite alle singole esigenze, ad esempio per tenere conto della temperatura ambiente, della tensione di alimentazione o dello spazio disponibile.

Le soluzioni idonee vengono quindi mostrate all'utente in un chiaro elenco di risultati, che poi potrà essere ridotto a seconda delle necessità utilizzando potenti filtri. L'FDC consente attualmente di calcolare sette tipi di azionamento e due modalità operative.

Una pagina dettagliata per ogni sistema di azionamento mostra i valori termici calcolati e i diagrammi delle prestazioni, nonché ulteriori informazioni e dati importanti. Ciò che rende unico questo sistema è che l'utente può modificare i valori al volo e farli ricalcolare e indicare immediatamente. Oltre al calcolo vengono mostrati anche i controlli adatti all'intero sistema di azionamento. Al termine l'utente può scaricare le soluzioni selezionate come PDF o richiederle direttamente online.

www.faulhaber.com/it/drive-calculator/fdc/

SOLUZIONI CHIAVI IN MANO
PER COMPITI DI AZIONAMENTO LINEARE

I nuovi attuatori lineari della serie L di FAULHABER offrono ai clienti un pacchetto completo da un unico fornitore, in grado di far fronte a diversi compiti di azionamento lineare. L'alberino, il riduttore, il dado e la flangia vengono assemblati a Schönaich per formare un'unità potente e compatta che è compatibile con tutti gli altri prodotti di FAULHABER. Nella progettazione della serie L di FAULHABER si è dato grande rilievo alla flessibilità, in modo da consentire soluzioni specifiche per un'ampia gamma di applicazioni: si può scegliere tra molte misure e molti tipi di alberini diversi. Su richiesta è possibile integrare persino gli alberini dei clienti stessi. Quanto ai riduttori, i clienti possono scegliere da un ampio ventaglio di rapporti di riduzione distribuiti uniformemente; il modello 22/32L è equipaggiato di serie con quello che attualmente è il riduttore planetario di tipo GPT più moderno. Con queste e molte altre opzioni, i nuovi attuatori lineari della serie L di FAULHABER sono consigliati per applicazioni particolarmente impegnative, ad esempio quelle richieste nell'ottica, nella fotonica, nella robotica o nel settore aerospaziale, nonché per applicazioni di tecnologia medica o per attrezzature da laboratorio.

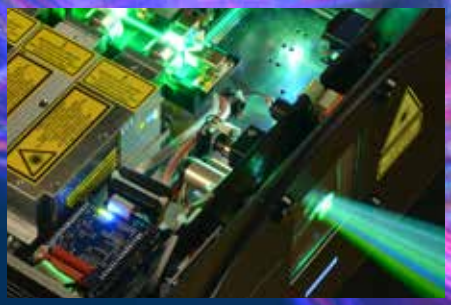
Diametro degli attuatori lineari	22 mm / 32 mm
Forza assiale di picco dinamica, max.	425 ... 1920 N
Velocità continua di uscita, max.	120 mm/s
Velocità continua di ingresso, max.	15000 min^{-1}
Potenza di uscita dell'azionamento max.	50 W
Riduzione x:1	1 ... 1294

Prossimamente!

Diametro degli attuatori lineari	6 mm / 8 mm / 10 mm
Forza assiale di picco dinamica, max.	12 ... 40 N
Velocità continua di uscita, max.	25 mm/s
Velocità continua di ingresso, max.	12 000 min^{-1}
Potenza di uscita dell'azionamento max.	0,267 W
Riduzione x:1	4 ... 1024

www.faulhaber.com/it/motion/alte-prestazioni-in-dimensioni-compatte/

SPETTACOLI OLIMPICI E LUNE ARTIFICIALI



Oggi, a tutti i grandi eventi non possono mancare elaborati spettacoli con luci laser. Le proiezioni laser vengono utilizzate per fiere commerciali, pubblicità, installazioni artistiche ed eventi architettonici. Questi magici effetti luminosi sono ottenuti grazie a una tecnologia molto complessa, che per molte delle installazioni più spettacolari è fornita dall'azienda berlinese LaserAnimation Sollinger. Nei proiettori laser dell'azienda, i motori di FAULHABER svolgono un ruolo importante nell'orientamento dei raggi e nella creazione degli effetti luminosi.

Ident-Nr. 000.9228.22

Further information:

faulhaber.com
faulhaber.com/facebook
faulhaber.com/youtube
faulhaber.com/linkedin
faulhaber.com/instagram

FAULHABER motion is also available in digital format: