



Harmonic  
Drive AG

Edizione 1 | 2009 ■ ■ ■ ■ ■ ■

# newdrive

La **rivista** di Harmonic Drive AG

Precisione<sup>2</sup>  
Ampliamento della  
serie HFUC



Precisione<sup>3</sup>  
Servoattuatori  
a due stadi

competenza<sup>6-7</sup>  
Obiettivo minimo:  
alte prestazioni

sviluppo<sup>8</sup>  
Force-feedback per tutti

Applicazione<sup>9</sup>  
Nuovo movimentatore di wafer

Filiali<sup>10</sup>  
Harmonic Drive Polymer GmbH

compattezza<sup>11</sup>  
Servoattuatori Harmonic Drive

applicazione<sup>4-5</sup>  
Solo la perfezione conduce alle stelle

precisione



Ampliamento della serie HFUC

# Riduttori di precisione per tutte le esigenze

Il principio dei riduttori Harmonic Drive fu inventato già negli anni 50 del secolo scorso dall'americano Walter Musser, il quale però non poteva allora immaginare che questo principio sarebbe divenuto sinonimo di precisione ed affidabilità nella tecnica degli azionamenti. Oggi i riduttori di Harmonic Drive AG sono disponibili, sia come semplici prodotti meccanici, sia come servoattuatori, in molte varianti e in 17 misure diverse; essi offrono precisione a gioco zero per applicazioni che vanno dalla tecnologia di micro-posizionamento all'industria pesante.

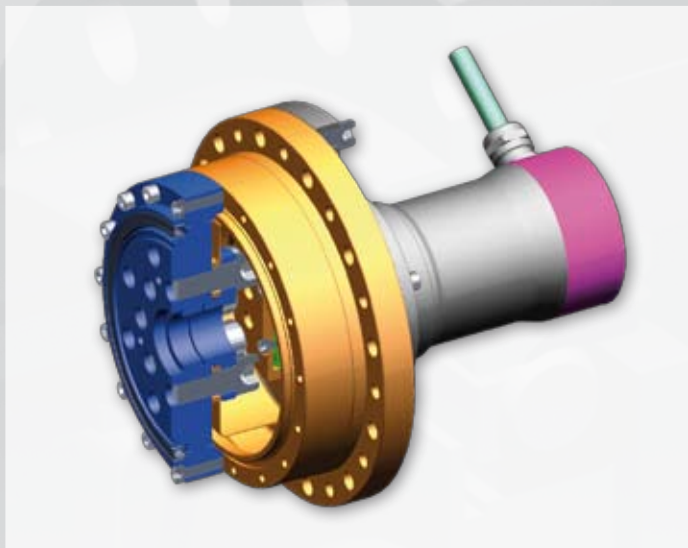
Abbiamo ulteriormente ampliato la nostra serie HFUC: ora è disponibile un'unità di dimensione 100 con rapporti di riduzione da 50 a 160, in grado di coprire coppie fino a 9200 Nm. La nuova unità è formata dal riduttore ad elementi componibili di dimensione 100 e da un cuscinetto in uscita a rulli incrociati di recente sviluppo, molto compatto, comprensivo di carter. In questo modo possono essere sopportate forze e coppie di ribaltamento elevate; non è più necessario predisporre un ulteriore treno di cuscinetti e diviene possibile una costruzione compatta e conveniente. Oltre ai riduttori di precisione con elevati rapporti di riduzione, Harmonic Drive AG fornisce già da molti anni anche

riduttori epicicloidali con rapporti di riduzione da 3 a 45. Siamo pertanto in grado di equipaggiare anche applicazioni che richiedono elevati numeri di giri in uscita. Dal momento che tutti i componenti dei riduttori sono di nostra produzione, possiamo realizzare anche interessanti combinazioni dei due principi dei riduttori: quello di Harmonic Drive e quello dei riduttori epicicloidali.

Naturalmente, si riescono a creare combinazioni particolarmente vantaggiose laddove si riesce ad integrare le funzioni di un riduttore all'interno di un elemento funzionale di un altro riduttore: per esempio, nel Wave Generator di un riduttore ad elementi componibili Harmonic Drive è possibile integrare un riduttore epicicloidale ad un unico stadio. Il risultato è un riduttore assai compatto e leggero, con un elevato rapporto di riduzione complessivo, che permette l'uso di motori più piccoli.

Compattezza, leggerezza e precisione: le caratteristiche tipiche di una soluzione Harmonic Drive AG.





## Servoattuatore a due stadi

# Incredibile integrazione

Un esempio di ciò che è possibile ottenere già soltanto con i componenti standard del programma di Harmonic Drive AG è rappresentato dal nostro servoattuatore a due stadi, con il quale è possibile realizzare velocità di uscita molto basse in combinazione con coppie molto elevate. Per ottenere questo abbiamo combinato un riduttore Harmonic Drive comprensivo di pre-satellite con un servomotore compatto, rendendo in tal modo possibili rapporti di riduzione di 1440:1. Con una lunghezza di ingombro leggermente più grande è possibile ottenere persino rapporti di 7200:1.

La testa del riduttore di questo potente apparecchio è costituita da un'unità Harmonic Drive della serie HFUC-45 dotata di riduttore epicicloidale HPG-11A integrato nel Wave Generator in funzione di stadio preliminare. Il riduttore epicicloidale viene fatto funzionare secondo la configurazione standard (azionamento tramite ingranaggio solare, uscita mediante porta-satellite) ed è direttamente collegato con la flangia motore del riduttore. La guida assiale del Wave Generator è affidata al cuscinetto di uscita a rulli incrociati del riduttore epicicloidale. Per ridurre la lunghezza d'ingombro si è rinunciato a collegare motore e riduttore, applicando l'ingranaggio solare direttamente sull'albero motore.

Mediante questa intelligente combinazione di componenti standard di Harmonic Drive abbiamo realizzato un attuatore degno del nome Harmonic Drive AG: un servomotore ad alte prestazioni in forma modulare; da lasciare a bocca aperta.



Ekrem Sirman

Presidente del consiglio di amministrazione di Harmonic Drive AG

Dopo l'andamento positivo del 2008, la società Harmonic Drive AG si trova ora a dover affrontare delle sfide particolari. La crisi economica generale di questi mesi si è fatta sentire anche nei settori chiave della tecnologia degli azionamenti e al momento è davvero difficile trovare previsioni affidabili circa lo sviluppo futuro dei mercati e il periodo in cui si riprenderanno.

Ciò nonostante, noi di Harmonic Drive AG guardiamo fiduciosi al futuro e abbiamo buoni motivi per farlo. Un buon esempio è fornito dalla società Ovalo GmbH: sebbene si trovi sul mercato solamente da due anni, la vecchia sede di questa nostra filiale è divenuta troppo piccola e di conseguenza quest'anno abbiamo dovuto costruire una nuova struttura adeguata alla futura espansione della filiale.

Leggendo questa rivista vi accorgete che, nonostante la difficile situazione, per alcuni settori aziendali possiamo segnalare risultati positivi, a dimostrazione che il nostro sviluppo non è affatto fermo. Anzi, proprio questo periodo ci offre l'opportunità di "svolgere i compiti a casa" e di lavorare allo sviluppo di nuovi prodotti che ci consentiranno in futuro di consolidare la nostra posizione sul mercato. Anche di questo troverete alcuni esempi in questo numero di newdrive.

Vi auguro quindi una piacevole lettura e vi porgo i miei più cordiali saluti,

*Ekrem Sirman*

Gli attuatori Harmonic Drive per il razzo vettore Ariane 5

# SOLO LA PERFEZIONE CONDUCE ALLE STELLE



Grande sfida, risultato eccezionale: l'estrema durezza del materiale Inconel® ha costituito una sfida straordinaria per il nostro reparto produttivo. Ma alla fine siamo riusciti a soddisfare tutti i desideri del cliente.



Foto: ESA/CNES/ARIANESPACE

Spesso e volentieri, noi di Harmonic Drive AG dobbiamo affrontare sfide eccezionali. Le straordinarie caratteristiche dei nostri prodotti rendono pressoché inevitabile che ci vengano affidati incarichi nei quali è necessario attenersi a requisiti estremi. Il caso più recente è quello del propulsore Vulcain X di Ariane 5, il razzo vettore europeo.

I propulsori dei razzi sono dei veri e propri bolidi, quando si tratta di raggiungere la spinta massima. Il propulsore attuale di Ariane 5 produce una spinta a terra di quasi cento tonnellate, a partire da un peso di appena due tonnellate. Solo le turbopompe per la fornitura di carburante alla camera di combustione producono fino a 20 megawatt. Se c'è qualcosa da migliorare in queste meraviglie

della tecnica, si tratta della precisione con cui possono essere comandate. Pertanto, mediante test sofisticati abbiamo cercato di capire se fosse possibile, nonostante le condizioni estreme, dotare le valvole di comando dei propulsori di attuatori elettromeccanici.

Durante il tempo di combustione (circa 10 minuti) la temperatura passa dagli iniziali  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  a oltre  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; inoltre, tutto quanto il sistema di azionamento è sottoposto in questa fase a vibrazioni e shock estremi. Ciononostante, esso deve assolvere il suo compito in modo assolutamente affidabile e preciso, dal momento che anche il minimo errore può causare il fallimento dell'intera missione, senza contare



che ciò comporterebbe peraltro la perdita del carico utile per un valore di 100 milioni di euro o anche più. E' per questo motivo che lo sviluppo anche del più piccolo componente viene eseguito in modo scrupoloso e che sono necessari numerosissimi test prima che esso venga ritenuto idoneo.

Per poter comandare in modo preciso il sistema di azionamento, è di grande importanza l'assenza di gioco lungo tutto il gruppo propulsore. Per questo, il cliente ha richiesto a Harmonic Drive AG di fornire il proprio supporto non solo in fase di integrazione del riduttore nella struttura, ma anche nella progettazione del lato di uscita, fino al sistema di comando delle valvole. Ben presto è emerso che era possibile aumentare decisamente la precisione affidando a Harmonic Drive l'incarico di fabbricare anche i componenti annessi al riduttore e di combinarli individualmente con il rispettivo riduttore.

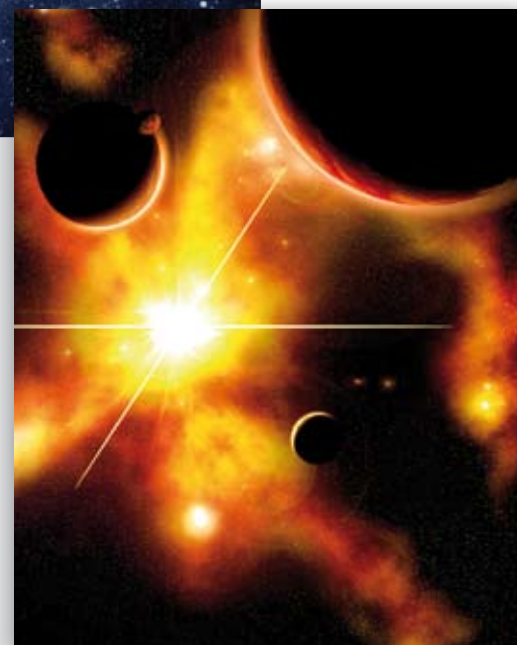
Abbiamo quindi dovuto fare i conti con esigenze particolari, dal momento che questo componente, a causa delle condizioni estreme nelle quali si trova ad operare, doveva essere realizzato in Inconel®: si tratta di un materiale speciale, una lega di nichel molto forte e resistente alle alte temperature, che trova impiego soprattutto nella costruzione dei propulsori e in altre sofisticate applicazioni. L'Inconel® presenta una durezza elevatissima, che rende particolarmente difficile una sua lavorazione con asportazione.

Il nostro reparto di fabbricazione è stato lieto di affrontare la nuova sfida; inoltre, in questa occasione ha potuto esibire tutti i suoi molteplici punti di forza la nostra nuova macchina a cinque assi della Hermle. Innanzi tutto, insieme al cliente abbiamo stabilito i dati CAD, sia per le parti a carico del cliente, sia per la struttura adiacente. In seguito si è provveduto

a realizzare il disegno dei singoli componenti, ottenendo i dati per la simulazione della lavorazione. Date le caratteristiche specifiche dell'Inconel® siamo dovuti ricorrere anche ad esperti esterni, con l'aiuto dei quali è stato possibile stabilire i parametri macchina.

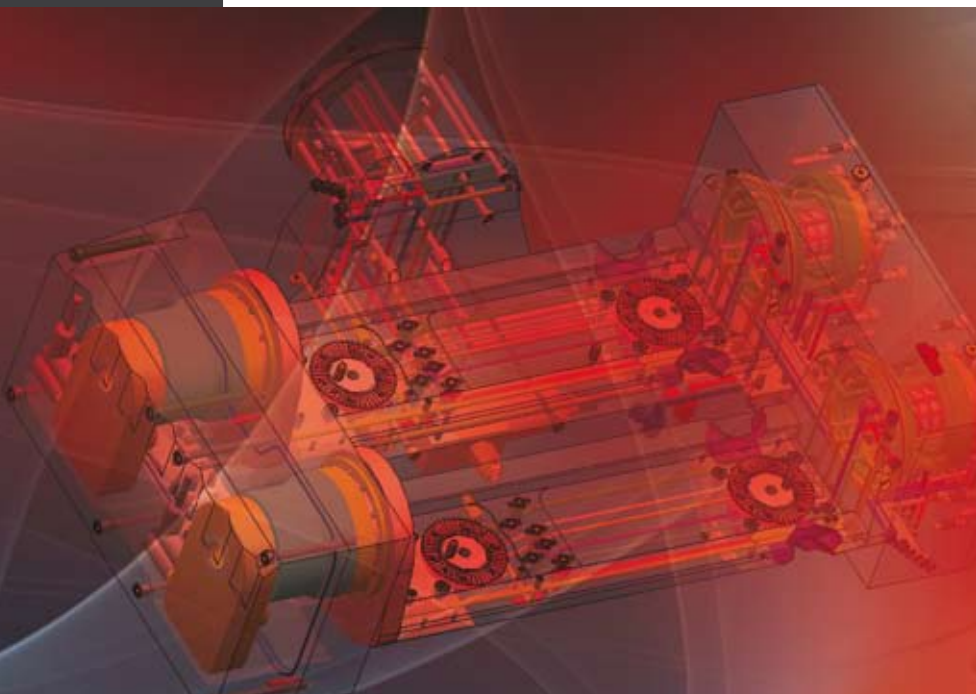
Abbiamo sottoposto le parti a diverse fasi di lavorazione, raggiungendo al primo tentativo dei risultati eccezionali. Per l'interfaccia di collegamento tra riduttore e leva di uscita si è optato per una dentatura di precisione, opportunamente rettificata in funzione del pezzo in Inconel®. Mediante l'abbinamento individuale con la relativa contropunta abbiamo ottenuto un accoppiamento ottimale in grado peraltro di consentire il successivo smontaggio delle parti. Dal momento poi che al riduttore doveva essere applicata una quantità minima di lubrificante, è stato infine necessario applicare nella zona della dentatura un rivestimento speciale con lubrificante a secco. Siamo intervenuti anche sul cuscinetto del Wave Generator, ricorrendo all'impiego di un cuscinetto ibrido con sfere in ceramica e anelli resistenti alle alte temperature. E non è tutto: sia in fase di collegamento, sia parallelamente al processo produttivo è sempre stato necessario eseguire continue analisi e test per quanto riguardava grado di efficacia, resistenza agli shock e durata a cicli di temperatura estremi.

Il risultato è stato estremamente positivo: anche in questo caso fuori dall'ordinario Harmonic Drive AG è riuscita nuovamente a soddisfare tutti i desideri del cliente. Il nostro reparto di produzione ha dimostrato di poter lavorare senza grandi problemi anche i materiali più sofisticati.



**Una dura prova: la nostra nuova macchina a cinque assi ci ha permesso di lavorare senza problemi l'Inconel®.**





*L'invenzione, nel 1984, di una nuova tecnologia multimandrino ha rappresentato una pietra miliare nella storia aziendale di ANGER Machining GmbH, in grado di garantirne il successo futuro. Magnesio, alluminio e acciaio sono i materiali dominanti utilizzati dai nostri clienti nell'industria dei motori, dei cambi, delle automobili e dei veicoli commerciali.*

**ANGER – azienda pioniera nella tecnica dei multimandrino**

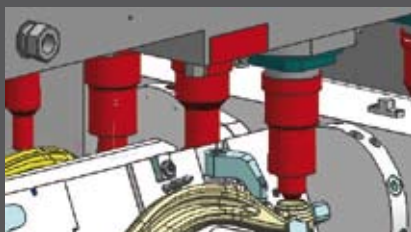
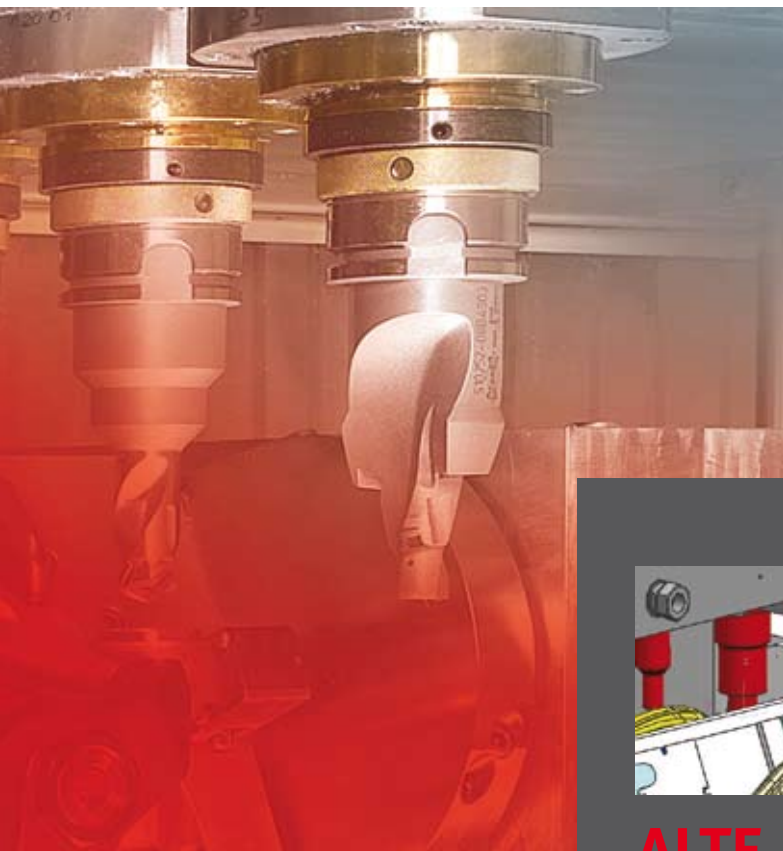
# obiettivo minimo: alte prestazioni

25 anni di esperienza nelle soluzioni tecniche e nella truciolatura di complesse parti funzionali fanno di ANGER Machining GmbH un forte partner per l'industria. Una delle competenze chiave di ANGER è rappresentata dalla lavorazione di parti di precisione nell'ambito di una produzione di serie sicura; tipici esempi di applicazione sono coppe dell'olio, otturatori per valvole, puntelli trasversali o alberi a camme e a gomiti.

Molti prodotti vengono realizzati su macchine ANGER in un'unica presa: si tratta di dispositivi di serraggio, appositamente progettati e costruiti per il relativo processo. Con l'impiego di teste multimandrino in combinazione con mandrini singoli è possibile eseguire in questo ambito più lavorazioni di un pezzo contemporaneamente, oppure la

lavorazione di più pezzi nello stesso tempo. Grazie a questa tecnologia è possibile diminuire drasticamente i tempi di lavorazione; il tempo ciclo viene ridotto, rispetto alle singole lavorazioni, persino fino al 70%.

Le caratteristiche del mercato (cicli vita dei prodotti sempre più brevi, prestazioni di fornitura più rapide, elevati requisiti di qualità e pressione dei costi in continuo aumento) rendono urgentemente necessario un impiego il più ottimale possibile di tutte le risorse. Una delle modalità con cui ANGER soddisfa questa esigenza, nell'ambito del suo programma di "High Performance" (alte prestazione), è la scelta di collaborare esclusivamente con i fornitori migliori. E' in questo contesto che si colloca



## ALTE PRESTAZIONI

Questo slogan racchiude la filosofia aziendale di ANGER Machining GmbH: collaborare esclusivamente con i migliori fornitori per componenti, in grado non solo di assicurare impieghi industriali di massimo livello, ma anche di garantire un ulteriore sviluppo tecnologico per il futuro.

la cooperazione con Harmonic Drive, dal momento che attuatori ad albero cavo CHA AC, grazie alla loro struttura compatta, rappresentano per molti aspetti la soluzione perfetta.

L'elevata produttività e densità di potenza delle macchine utensili ANGER richiedono particolari requisiti anche ai componenti macchina utilizzati; il dispositivo di serraggio (mandrino) è l'elemento centrale della produzione in serie e viene adattato, in base alle richieste del cliente, ai requisiti del singolo pezzo. Sempre più spesso vengono realizzati anche dispositivi di serraggio e sistemi di mandrinatura (il "Chamäleon" di Argen) per quantità di produzione dinamiche. Tra le caratteristiche richieste figurano elevati rapporti di trasmissione, bloccaggio integrato, altissima dinamica con straordinarie precisioni di ripetibilità e utilizzo

in condizioni di temperatura estreme, in ambienti umidi e in presenza di sollecitazioni meccaniche. Anche una comunicazione senza problemi con i comandi della macchina o la possibilità di poter gestire assi indipendenti all'interno di un unico dispositivo di serraggio sono caratteristiche che offrono, sia al produttore di macchine, sia all'utilizzatore, dei vantaggi rispetto alla concorrenza.



Grazie agli attuatori ad albero cavo di Harmonic Drive Agenzia, la società ANGER può garantire un impiego affidabile dei dispositivi di serraggio per la produzione in serie nell'industria automobilistica.



# Force-feedback per tutti

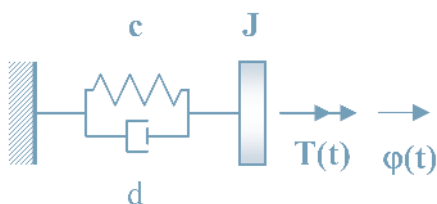
*L'atterraggio di emergenza è andato bene anche stavolta. L'aereo è fermo, l'equipaggio mette in funzione gli scivoli e apre la porta. Ma ecco che una delle leve è bloccata: nessun problema per la stewardess, che spesso si è esercitata con le maniglie di emergenze e sa bene come fare ad aprire una porta bloccata. Stavolta non si trattava di una reale emergenza ma di un addestramento, nel corso del quale vengono anche simulati degli inconvenienti, ad esempio la pressione del vento contro porta o il blocco di una leva. Come è possibile riprodurre in modo artificiale e nello stesso tempo realistico queste situazioni? La parola chiave è "force-feedback".*



Il CHA-32 A-TS con l'opzione aggiuntiva di un sensore di coppia

Fino ad ora si credeva che qualcosa del genere potesse essere realizzata solamente da istituti di ricerca di aziende high-tech per mezzo di un hardware speciale, complicato e sensibile; adesso non è più così: anche le più esigenti applicazioni force-feedback possono essere realizzate con componenti industriali standard.

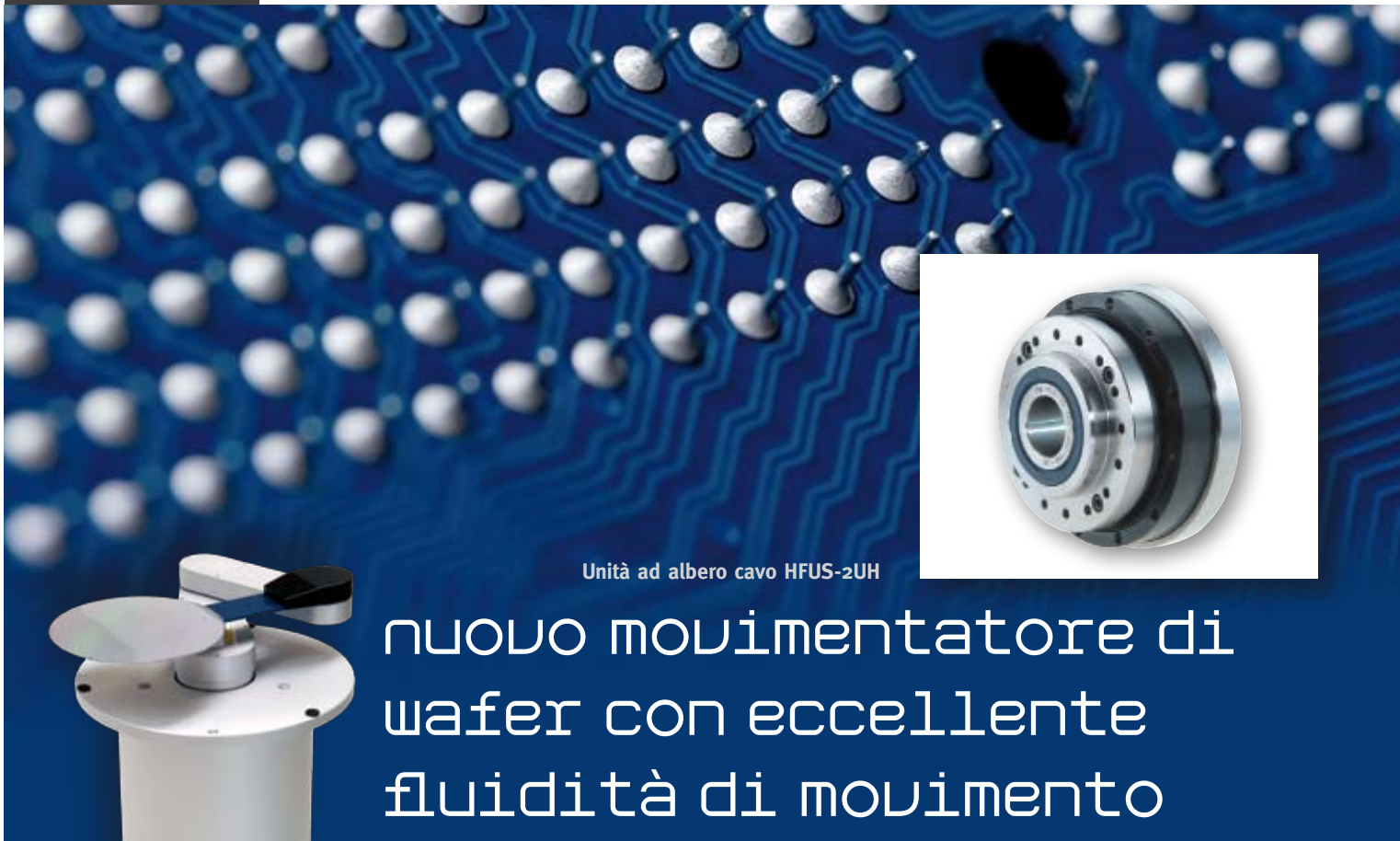
del riduttore garantiscono una migliore stabilità di funzionamento dell'attuatore, in grado di reggere a carichi pesanti. Inoltre, ora è disponibile anche un sensore opzionale di coppia. Nell'attuatore è stata direttamente integrata, funzionalmente e fisicamente, una struttura di misurazione basata sulla provata tecnica con estensimetro.



In un sistema con force-feedback lo scopo è quello di riprodurre artificialmente una legge di moto/forza naturale, ad esempio una caratteristica di elasticità, oppure di blocchi od urti, e di renderla percepibile su un elemento di comando, come una leva o un volante. A tal fine è necessario un attuatore elettromagnetico e, per un migliore realismo, un sensore di forza e di coppia che invii gli opportuni segnali al sistema di comando.

La serie CHA rappresenta la moderna generazione di attuatori ad albero cavo con riduttori Harmonic Drive. Concepiuti per l'impiego prevalentemente industriale, si basano su un coerente sistema modulare. Un potente motore e ottimali componenti

Nelle macchine utensili, per esempio, la misurazione del momento di carico permette il controllo delle forze di lavorazione ed una protezione attiva dell'utensile. Nelle celle di montaggio automatizzate, grazie al sensore integrato, la regolazione e la registrazione elettronica delle forze di assemblaggio possono essere realizzate in modo molto più semplice. Negli assi orientabili e negli assi robot, un controllo attivo dello smorzamento riduce i tempi ciclo e aumenta la vita operativa, mentre un controllo attivo di flessibilità attenua le conseguenze di eventuali crash. Un altro ambito di utilizzo sono i processi di assemblaggio servocontrollati con robot, che offrono sempre dei vantaggi quando le informazioni geometriche a disposizione non sono molto precise.



Unità ad albero cavo HFUS-2UH

## NUOVO MOVIMENTATORE DI WAFER CON ECCELLENTE FLUIDITÀ DI MOVIMENTO



Nell'industria dei semiconduttori, in quella del fotovoltaico e nella micromeccanica i componenti elettronici vengono fabbricati su wafer, i quali richiedono il rispetto di requisiti estremamente rigidi per quanto riguarda la planarità e la purezza della superficie. La massima precisione è necessaria non solo per la lavorazione dei wafer, ma anche per i robot a tre assi detti "movimentatori di wafer", utilizzati per il trasporto dei wafer tra le singole stazioni di lavorazione.

I nuovi movimentatori di wafer dell'azienda Isel Robotik vengono realizzati come dispositivi "all-in-one" e contengono, oltre alla parte meccanica, anche tutti i componenti del relativo sistema elettronico. Questi movimentatori permettono la gestione di wafer e di maschere fino a un peso di 2,75 kg e un diametro di 300 mm, all'interno di una camera bianca della classe 1. Grazie all'impiego di servomotori senza spazzole, questi movimentatori di wafer, in combinazione con i riduttori di precisione di Harmonic Drive AG, con-

sentono di raggiungere una precisione costante per molti anni e con un impiego continuo.

Al fine di soddisfare gli elevati requisiti per quanto concerne dinamica, precisione e movimento degli assi senza la minima vibrazione per tutto l'intervallo di velocità, negli assi di rotazione e in quelli lineari dei movimentatori di wafer di Isel Robotik sono stati inseriti riduttori incarterati e unità ad albero cavo di Harmonic Drive AG.

In considerazione dei sempre maggiori requisiti richiesti alla precisione di trasmissione dei riduttori di precisione, Harmonic Drive AG lavora costantemente all'ottimizzazione di questa caratteristica. Oggi siamo quindi in grado di fornire, su richiesta, riduttori in serie con errore di trasmissione fino a un terzo del valore standard. Queste precisioni sono richieste anche per macchine utensili e per la stampa, nella tecnologia medica e in molte altre applicazioni che richiedono un movimento uniforme degli assi.

# PRECISIONE DA UN UNICO STAMPO

Gli attuatori in acciaio di Harmonic Drive sono conosciuti per la loro precisione straordinariamente elevata, per la loro lunga vita operativa e l'enorme capacità di coppia. Tutto ciò naturalmente ha un prezzo. Pertanto, soprattutto nelle applicazioni con requisiti di potenza più bassi, maggior numero di pezzi richiesti e conseguente necessità di riduzione dei costi, un'alternativa estremamente interessante è rappresentata dai riduttori di Harmonic Drive Polymer.

I vantaggi della plastica permettono una produzione a costi vantaggiosi di un grande numero di pezzi; l'investimento in utensili per stampaggio ad iniezione specifici per le applicazioni e di alta precisione assicura la realizzazione di geometrie complesse e un'elevata integrazione delle funzioni. Intelligenti sistemi di montaggio consentono nello stesso tempo elevata redditività e massima qualità.

Le plastiche sono un gruppo di materiali che permettono progettazioni molto differenziate dei sistemi. Ciò significa che per scegliere all'interno dell'ampio spettro di materiali termoplastici a disposizione sono richieste un'elevata competenza ed una grande esperienza, al fine di impostare in modo ottimale nel sistema il comportamento delle plastiche a seconda delle necessità. Anche la libertà geometrica consentita dallo stampo ad iniezione delle plastiche viene sfruttata in modo coerente, per esempio per le frizioni di sicurezza supercompatte dell'ingegneria automobilistica.

Le diverse varianti cinematiche dei riduttori Harmonic Drive costituiscono naturalmente anche per la plastica la base per gli sviluppi specifici dei clienti: riduttori piatti, a tazza o a flangia con grande albero cavo, a seconda delle richieste.

Come per i microriduttori dell'impresa affiliata Micromotion GmbH, anche nei riduttori in plastica di Harmonic Drive Polymer GmbH vengono impiegate nuove tipologie per il Wave Generator, la cui realizzazione come pre-satellite consente, senza la necessità di spazio aggiuntivo, un rapporto di riduzione decisamente più elevato che aumenta notevolmente le possibilità di impiego in caso di dimensioni ridotte e relative velocità dei motori.

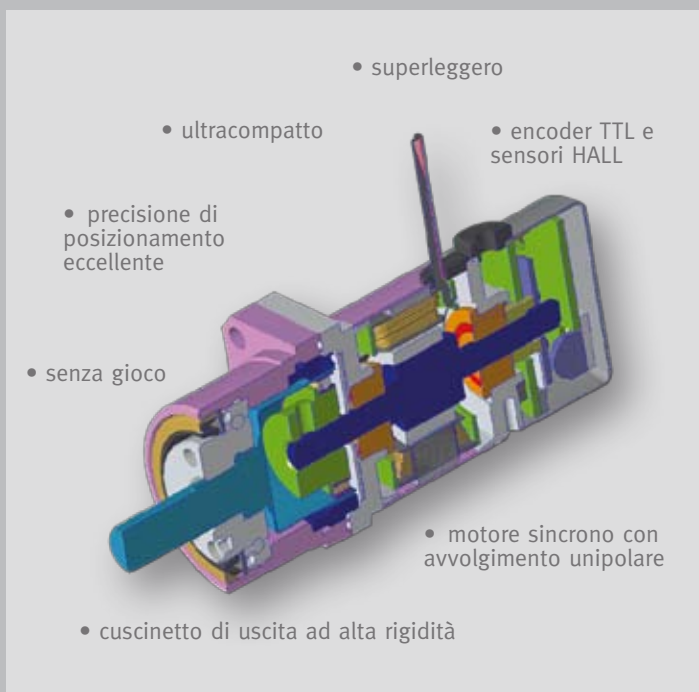
L'uso coerente, da parte di Harmonic Drive Polymer GmbH, dei vantaggi offerti dai polimeri, dal procedimento di stampaggio ad iniezione e dalla libertà geometrica rende possibile lo sviluppo di sistemi su misura, con elevatissimi rapporti di riduzione e grande densità di potenza a costi ridotti. I microriduttori possono quasi passare persino attraverso la proverbiale cruna di un ago.

Harmonic Drive Polymer GmbH  
Heganger 16  
96103 Hallstadt  
Germania  
☎ +49 (0)9 51 7002 97-0  
✉ +49 (0)9 51 7002 97-29  
newdrive@hdpolymer.de  
www.hdpolymer.de



## Servoattuatori Harmonic Drive

# Piccolo attuatore, grande soluzione



- superleggero
- ultracompatto
- encoder TTL e sensori HALL
- precisione di posizionamento eccellente
- senza gioco
- motore sincrono con avvolgimento unipolare
- cuscinetto di uscita ad alta rigidità

Il servoattuatore RSF di Harmonic Drive AG in dettaglio: la nostra serie RSF non è solo molto compatta e leggera, ma lavora in modo estremamente preciso e senza il minimo gioco.

I servomotori a commutazione sinusoidale presentano un andamento uniforme della coppia su un ampio intervallo di velocità ed hanno il vantaggio della mancanza di spazzole come nei motori DC. I bassi momenti di inerzia propri e le elevate coppie di accelerazione garantiscono la migliore dinamica e tempi di posizionamento minimi. Gli encoder montati direttamente sull'albero motore inviano segnali precisi per l'individuazione della posizione. La lubrificazione a grasso dei riduttori a gioco zero permette tempi di arresto esenti da manutenzione per tutta la durata della vita operativa.

Questi precisi servoattuatori RSF rappresentano la tecnologia chiave per una nuova generazione di prodotti miniaturizzati all'interno di un'ampia gamma di applicazioni: il tutto made by Harmonic Drive AG.



Sospinta dalla tecnologia dei semiconduttori e medicale, anche nell'ingegneria meccanica avanza a grandi passi la miniaturizzazione dei componenti. Oltre alla microelettronica si sono sviluppate altre microtecnologie che vanno sotto il nome di tecnologia dei microsistemi e il cui obiettivo consiste nel risparmio di energia, di materiale e di spazio, per poter aprire la strada a nuove applicazioni.

Harmonic Drive AG è un'azienda all'avanguardia nello sviluppo di servoattuatori compatti e altamente integrati, come documenta tra l'altro il continuo sviluppo del riduttore Harmonic Drive. Le soluzioni da noi proposte nel campo degli attuatori soddisfano i requisiti essenziali dei sistemi miniaturizzati con funzioni di posizionamento, dal momento che non solo sono molto compatti e leggeri, ma anche estremamente precisi e assolutamente privi di gioco.

La serie di servoattuatori RSF è esemplare in questo ambito. Questi attuatori sono formati da un riduttore Harmonic Drive ad alta precisione, un servomotore AC ad anello, un encoder ottico incrementale TTL per la regolazione della velocità e della posizione e sensori HALL per il riconoscimento della posizione del rotore. Il servoattuatore RSF è l'ideale per le applicazioni di posizionamento nella tecnologia medicale, nell'industria ottica, nella microrobotica, nella produzione di semiconduttori, in macchinari di misurazione e in qualunque settore siano necessari prodotti piccoli e leggeri, che devono essere posizionati in maniera estremamente dinamica e precisa.

### nota editoriale

newdrive, la rivista di Harmonic Drive AG, è un documento informativo per i clienti e gli interessati e viene pubblicata con cadenza regolare. Tutte le denominazioni commerciali sono soggetti ai diritti d'autore dei relativi proprietari e vengono espressamente rispettate. Harmonic Drive AG si riserva il diritto di modificare senza preavviso le specifiche dei prodotti qui menzionati o di escluderli dall'assortimento. Le informazioni qui riportate non costituiscono parte di un contratto.

Editore: Harmonic Drive AG  
 Hoenbergstraße 14 • 65555 Limburg/Lahn • Germania  
 ☎ +49 (0) 6431 5008-0 📠 +49 (0) 6431 5008-119  
 www.harmonicdrive.de • newdrive@harmonicdrive.de  
 Responsabile ai sensi del diritto di stampa: Bianca Kosina  
 Ideazione, layout: P.AD., Meinerzhagen • Stampa: mrd oHG, Freudenberg. Ringraziamo tutti i collaboratori!



Harmonic  
Drive AG

...just move it!



**Harmonic Drive AG**  
Hoenbergstraße 14  
65555 Limburg/Lahn  
Germany



+49 (0)64 31 - 50 08-0  
+49 (0)64 31 - 50 08-119

info@harmonicdrive.de  
www.harmonicdrive.de



**Belgio**  
www.linearmotion.skf.com



**Finlandia**  
www.eie.fi



**Francia**  
www.harmonicdrive.fr



**Gran Bretagna**  
www.harmonicdrive.co.uk



**India**  
www.system-controls.com



**Israele**  
www.axy-systems.com



**Italia**  
www.harmonicdrive.it



**Giappone**  
www.hds.co.jp



**Olanda**  
www.linearmotion.skf.com



**Norvegia**  
www.servokontroll.no



**Austria**  
www.harmonicdrive.at



**Polonia**  
www.harmonicdrive.de



**Russia**  
www.aviton.spb.ru



**Svezia**  
www.eie.se



**Svizzera**  
www.assag.ch



**Spagna**  
www.harmonicdrive.es



**Repubblica Ceca**  
www.harmonicdrive.de



**Turchia**  
www.egmltd.com



**USA**  
www.harmonicdrive.net