

LA NATURA MOSTRA LA VIA

Estremamente leggeri e nel contempo fortissimi, gli uccelli sono l'esempio migliore della tecnologia della leggerezza: una intelligente combinazione di materiali leggeri con una struttura delicata, ma robusta. Harmonic Drive raccoglie la sfida per sviluppare componenti per la produzione di domani

Gli uccelli sono un modello finora irraggiungibile per lo studio della leggerezza applicata al design industriale. La Natura ha avuto a disposizione milioni di anni per trasformare goffi e pesanti animali terrestri in eleganti corpi aerei capaci di volare.

Il segreto della loro leggerezza risiede in materiali molto robusti e in strutture vuote all'interno, come piume e ossa. Questi principi progettuali, inizialmente destinati solo all'industria aerospaziale, stanno oggi diventando un elemento di prestigio e competitivo in un sempre più ampio campo di applicazioni. La tendenza al "design leggero" si sta estendendo anche ai settori dell'automotive, delle macchine utensili, dello sport e delle industrie che producono beni per il tempo libero. I componenti debbono essere estremamente leggeri, ma molto robusti, poiché in questo modo si risparmia energia, si riducono i costi e si ottengono migliori prestazioni dinamiche.

I materiali leggeri devono venire effettivamente utilizzati per ottenere design leggeri anche nei prodotti industriali - o, in altre parole, componenti ultra-leggeri possono anche venire prodotti da materiali che altrimenti sarebbero pesanti. Le strutture cave all'interno e le nuove tecnologie rivestono un ruolo importante quanto i materiali leggeri.

Il design leggero sta ispirando tutto il comparto dell'automotive. Soltanto impiegando strutture leggere si ottiene un utilizzo efficiente dell'energia e una riduzione del consumo di carburante. La leggerezza, combinata con la robustezza, aumenta la sicurezza dei passeggeri e, fattore non trascurabile, i componenti sono riciclabili.



Robot ultra leggero della DLR. (fonte: Harmonic Drive AG)

LA RICERCA AL SERVIZIO DELLA PRODUZIONE DI DOMANI

Le tecnologie del leggero stanno anche incominciando a trovare applicazione sui componenti di trasmissione dei robot industriali. I riduttori diventano così più leggeri, girano più veloci e hanno una maggiore densità di potenza. Nel marzo del 2001 il Ministero tedesco per l'Istruzione e la Ricerca (BMBF) ha stanziato dei fondi per un progetto di ricerca, nell'ambito del programma "La Ricerca al servizio della produzione di domani".

5 diverse Società hanno unito i propri sforzi e le proprie conoscenze allo scopo di sviluppare dei componenti di trasmissione sempre più leggeri.

Il progetto è stato chiamato LE-ZABS, che in tedesco significa "leggerezza", riduttori senza lubrificazione o con un minimo di lubrificante grazie a dentature speciali e a particolari tecniche di spalmatura. Harmonic Drive ha partecipato al sotto-progetto ENGEL, il cui significato è "sviluppo di ingranaggi a bassa usura con l'impiego di materiali leggeri".

I riduttori sono componenti essenziali per un'ampia gamma di sottosistemi per la trasmissione del moto nelle macchine per la produzione.

Talvolta vengono impiegati i cosiddetti Motori-Coppia, ma essi hanno un rapporto potenza/peso estremamente basso.

Questo ne limita l'utilizzo a usi "statici", dove l'attuatore non è parte di una struttura in movimento. La soluzione ideale per questo tipo di applicazioni, come sulle teste di fresatura montate su un Centro di lavoro a tipologia Gantry, o gli assi primari di un robot industriale, è l'impiego di servomotori compatti ad alta velocità, con riduttori ad elevato rapporto. Questi riduttori sono andati perfezionandosi nel tempo, ma le esigenze hanno continuato a diventare più sofisticate.

I robot industriali vengono oggi utilizzati in nuove applicazioni che richiedono performance con sempre nuove caratteristiche.

Vi è anche una varietà di tendenze

Riduttori ultra leggeri con CS in materiale composito. (fonte: Harmonic Drive AG)



allo sviluppo della Macchina Utensile, che in particolare si orienta verso Macchine ad alte velocità ed alte accelerazioni, che quindi richiedono ai componenti impiegati per la trasmissione del movimento una sempre maggiore densità di potenza.

Per rispondere a tali esigenze non bastano i materiali leggeri. Sono necessarie anche le nuove tecniche di trattamento superficiale per ridurre gli attriti e l'usura e per incrementare la vita e la resistenza anti-corrosione.

RICERCA E STRATEGIA

Per lo sviluppo dei prodotti leggeri si possono applicare le seguenti strategie di base:

- Approccio dimensionale

Per migliorare la performance funzionale di un prodotto o di un componente, viene ottimizzato il dimensionamento dei componenti e si cerca di massimizzare l'impiego di materiali leggeri.

- Approccio dei materiali

I materiali pesanti sono sostituiti

con materiali più leggeri allo scopo di ridurre la massa di un prodotto o componente.

- Approccio strutturale

Anche nuovi approcci strutturali possono ridurre la massa, come strutture forate o a nido d'ape.

L'ottimizzazione di un progetto generalmente richiede una combinazione dei tre approcci suddetti. Fino a tempi recenti, la ricerca in queste tre aree era fortemente orientata verso le esigenze dell'industria aerospaziale.

Anche se i vantaggi del design leggero sono ormai riconosciuti da tutti, in molte applicazioni l'acciaio continua a giocare un ruolo preponderante nel design meccanico, essenzialmente dovuto alla necessità di stabilità termica su molte macchine.

In tali casi l'impiego di materiali più leggeri, come titanio, alluminio o plastica rinforzata con fibre, è ancora considerata un'eccezione.

Alla Fiera di Hannover del 2000 è stato per la prima volta presentato un robot di palletizzazione con le parti delle braccia fatte in fibre composite al carbonio. Ma i riduttori a elevato rapporto utilizzati sugli snodi del robot erano ancora del tipo tradizionale, in acciaio e fusioni di ferro.

C'erano dunque ancora molte possibilità di studiare per ridurre ulteriormente e in modo sensibile il peso dei robot.

Questo significa una sfida per il costruttore dei riduttori di velocità: la riduzione in dimensioni e peso del riduttore, oltre a limitare la rumorosità e permettere una



Riduttori ultra leggeri con parti in titanio. (fonte: Harmonic Drive AG)

lunga vita operativa senza manutenzione, consentono infatti:

- l'applicazione di vernici di copertura autolubrificanti,
- la sostituzione dell'acciaio con materiali sinterizzati o non ferrosi,
- l'applicazione e l'ottimizzazione di profili speciali dei denti,
- la realizzazione di riduttori maintenance-free o lubrificati a secco.

L'obiettivo finale era quello di sviluppare dei riduttori leggeri, senza lubrificazione o ridotta al minimo, di piccola - media taglia, utilizzando materiali leggeri, profili speciali dei denti e nuove tecniche di trattamento superficiale.

Era necessario studiare, prototipa-

- ridurre la massa del riduttore ottimizzandone le forme e riducendone le dimensioni esterne,
- ridurre la quantità di lubrificante necessario, anche trattandosi di lubrificazione a secco,
- ridurre l'inerzia all'entrata del riduttore, cambiando il tipo di materiale.

Harmonic Drive ha individuato cinque metodi per arrivare all'obiettivo. Il primo approccio è quello di modificare gli elementi del riduttore per semplificarne l'integrazione nella macchina del cliente, come il braccio di un robot, e quindi ridurre il peso del sottosistema da assemblare. Il secondo approccio è di



Prove di temperatura presso il DLR. (fonte: Istituto DLR di Oberpfaffenhofen)

re e testare molti riduttori del nuovo tipo, che avrebbero poi costituito la base delle nuove serie di prodotti.

RACCOGLIERE LA SFIDA

Anche per un'Azienda leader nella tecnologia dei riduttori come Harmonic Drive AG, questa è una grande sfida. Nell'ambito del progetto ENGEL abbiamo sviluppato quattro differenti tipi di riduttore. Basandoci sul collaudato riduttore HFUC, la nostra ricerca si è concentrata sull'utilizzo di materiali leggeri non-ferrosi e sui processi di trattamenti superficiali "autolubrificanti". Nostri principali obiettivi erano:

- aumentare la capacità del riduttore di trasmettere coppia impiegando materiali leggeri,
- aumentare la capacità del riduttore di trasmettere coppia lavorando sui materiali standard,

montare all'interno dell'Harmonic Drive un riduttore epicicloidale o a vite senza fine, in modo da ottenere un elevatissimo rapporto di riduzione.

In questo modo si possono usare motori molto piccoli e ad alta velocità, riducendo il peso complessivo del gruppo.

Un terzo approccio consiste nel combinare materiali standard per i riduttori, quali acciai e fusioni di ferro, con materiali più leggeri.

Il quarto approccio coinvolge un aumento della densità di potenza, nel senso di un ulteriore miglioramento e rafforzamento del profilo dei denti.

Il quinto e ultimo approccio, ma anche quello che dovrebbe portare i maggiori benefici, consiste nella sostituzione totale dei materiali standard con materiali alternativi e più leggeri. In questo modo si è arrivati a ridurre il peso anche del

50%. I primi prototipi funzionanti con componenti del riduttore in alluminio sono già stati realizzati.

Una versione è costituita da un Circular Spline "composito", dove un sottile anello di acciaio dentato è direttamente stampato su una speciale lega di alluminio.

Il mozzo ellittico del Wave Generator è fatto in un'altra lega speciale di alluminio, con un basso coefficiente termico di espansione, molto vicino a quello del ferro.

Questa versione è quasi il 50% più leggera del riduttore standard. Una ulteriore riduzione di un altro 5% si è potuta ottenere sul secondo campione costruendo il Circular Spline totalmente in alluminio, con una lega speciale molto resistente, con elevato modulo di elasticità e basso coefficiente termico di espansione rispetto alle comuni leghe di alluminio.

La terza versione di riduttore è la più ambiziosa, con il Circular Spline e il Wave Generator fatti tutti in titanio.

Parallelamente a un completo programma di test in laboratorio, è partita la prima sperimentazione coi prototipi funzionanti. I riduttori a elementi componibili ultra-leggeri con il Circular Spline "composito" sono montati sui sette assi di un innovativo braccio robotizzato realizzato dall'Istituto per la Robotica e Meccatronica al Centro Tedesco Aerospaziale (DLR) di Oberpfaffenhofen.

Questo nuovo robot ha una struttura cinematica a sette assi e una presa a tecnica cardanica. Il robot sopporta carichi di 10 kg alla lunghezza di 890 mm, pur pesando solo 15 kg.

Il risultante rapporto carico/peso di 1:1,5 è più di 20 volte migliore rispetto ai robot industriali ed è un valore mai finora raggiunto nel mondo.

Parti di questo robot sono programmate per andare sulla Stazione Spaziale Internazionale nel 2005!

R. Slatter, responsabile marketing e R&D, Harmonic Drive Ag.

readerservice.it n. 61