

# UNA VALIDA ALTERNATIVA

Con la crescente affermazione dei riduttori planetari nell'industria, la clientela sta acquistando sempre più confidenza con questa architettura di prodotto e lo considera una soluzione affidabile ed efficace rispetto agli ingranaggi convenzionali

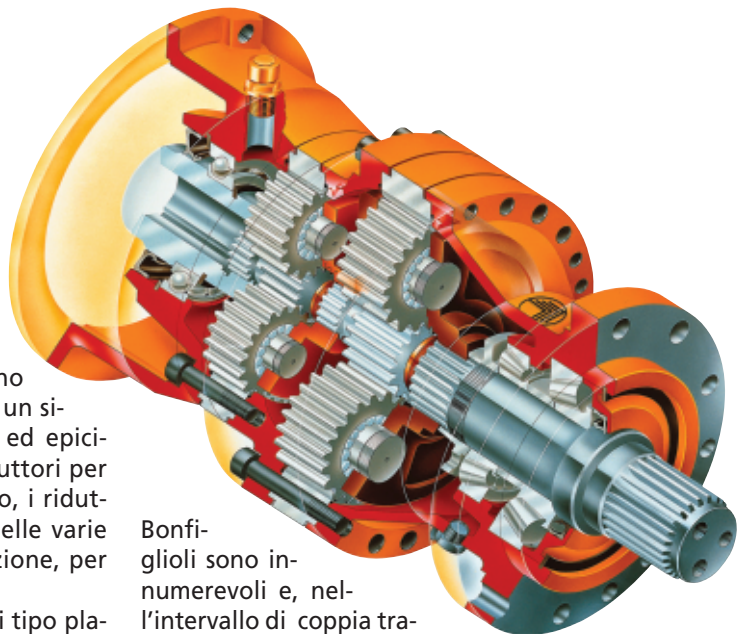
**G**li ingranaggi epicicloidali sono stati usati per la prima volta dall'industria automobilistica nei cambi automatici. All'inizio degli anni '70 macchine da costruzione cingolate e gommate hanno iniziato a utilizzare trasmissioni costituite da un sistema "ibrido" di riduttori ad assi paralleli ed epicicloidali, che in seguito ha dato origine ai riduttori per traslazione interamente planetari. Ben presto, i riduttori planetari hanno preso a differenziarsi nelle varie forme oggi comuni, quali riduttori per rotazione, per argano, per betoniera, ecc.

Quasi contemporaneamente, gli ingranaggi di tipo planetario sono stati introdotti anche nei riduttori per uso industriale, in applicazioni fisse, tipicamente alimentate da motori elettrici e con montaggio principalmente tramite piedi o flangia.

Le caratteristiche dei riduttori epicicloidali comprendono: compattezza, idoneità al servizio gravoso e rapporti più lunghi per singola riduzione. Queste prestazioni parlano da sole e sempre più spesso costituiscono motivo di apprezzamento da parte della clientela. Dove lo spazio è assai limitato poi, ci sono ben poche alternative al riduttore epicicloidale.

Con la crescente affermazione dei riduttori planetari nell'industria, la clientela acquista sempre più confidenza con questa architettura di prodotto e li considera un'alternativa affidabile ed efficace rispetto agli ingranaggi "convenzionali", cosa che a tutti gli effetti essi sono.

Le versioni e le configurazioni disponibili nella gamma



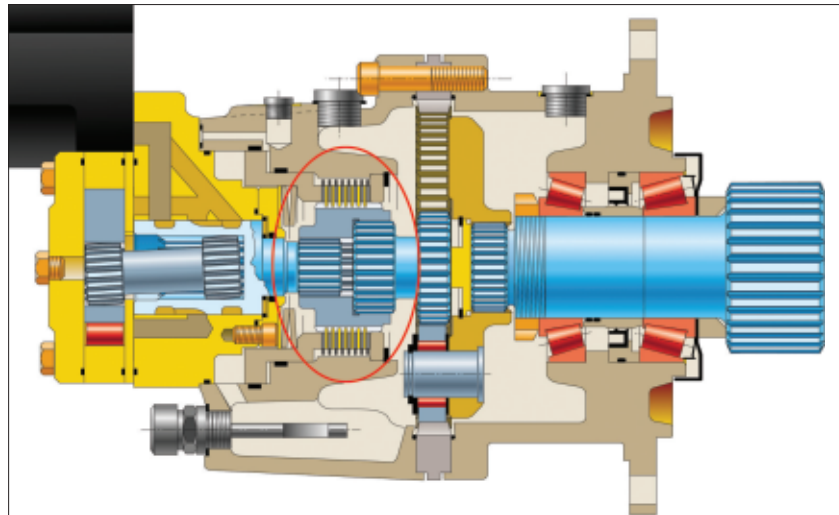
Bonfiglioli sono innumerevoli e, nell'intervallo di coppia trasmissibile da 1.000 a 500.000 Nm, è possibile soddisfare ogni tipo di esigenza utilizzando la struttura modulare della serie 300. Un'identica ampiezza di configurazioni sul lato motore e sul lato accoppiamento non è praticamente riscontrabile in nessun altro riduttore di natura industriale.

Infine, grazie ai volumi in costante aumento, i riduttori planetari vengono costruiti con sistemi di produzione sempre più efficienti e, nel confronto con riduttori ad assi paralleli o elicoidali di capacità equivalente, possono offrire spesso un prezzo d'acquisto inferiore, con vantaggio economico (e di peso) crescente con la grandezza del riduttore.

**Riduttore epicicloidale con doppia riduzione, albero primario scanalato e ingresso per motore elettrico a standard IEC.**

**CARATTERISTICHE VINCENTI**

In ogni momento, e per ogni riduzione, il carico viene suddiviso su tre denti invece che uno solo, come avviene tipicamente per i riduttori ad assi paralleli. In aggiunta alle caratteristiche di auto-allineamento degli ingranaggi, questa particolarità garantisce una distribuzione uniforme del carico tra gli ingranaggi e rende quindi i riduttori planetari più idonei al servizio pesante e ai carichi impulsivi rispetto ai riduttori elicoidali. Nel confronto con questi ultimi, i riduttori planetari presentano un maggior numero di componenti contemporaneamente in presa, e quindi, a parità di sollecitazione, consentono un dimensionamento



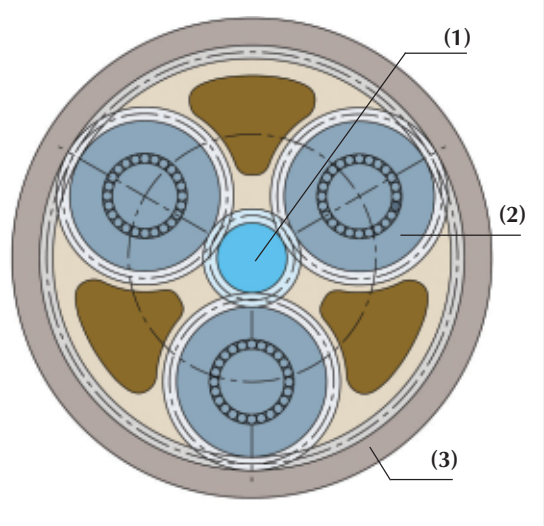
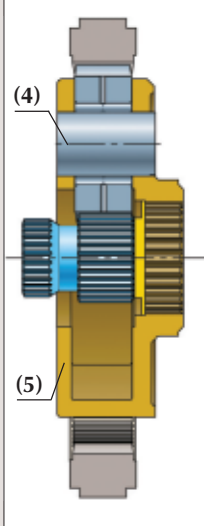
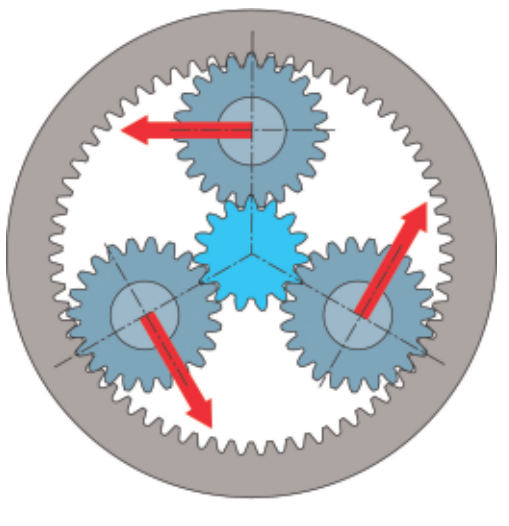
Nel cerchio rosso, un freno di sicurezza multidisco applicato ad un riduttore planetario per rotazione. Il motore idraulico illustrato è di tipo orbitale.

**L'ARCHITETTURA BASE**

In un riduttore epicicloidale il pignone solare (1) è l'elemento collegato all'organo motore, sia esso un motore elettrico o idraulico. Generalmente il pignone solare ingrana contemporaneamente con tre ingranaggi planetari (2), che a loro volta ingranano anche con la corona dentata esterna (3).

Nelle applicazioni industriali, tipicamente stazionarie, la

Il porta satelliti è l'elemento collegato all'albero lento del riduttore o, in gruppi a riduzione multipla, al pignone solare della riduzione successiva. Vedere la figura sotto riportata. In campo industriale sono comuni riduzioni fino a quattro stadi. La struttura simmetrica dell'ingranaggio planetario, con i satelliti disposti a 120°, genera un sistema di forze bilanciato. Pertanto: l'ingranaggio è auto-centrante e il pignone solare non deve essere supportato da alcun cuscinetto; puramente coppia viene trasmessa all'albero lento attraverso gli ingranaggi e il porta satellite. A differenza dei riduttori ad assi paralleli, i cuscinetti che



corona dentata è statica ed è collegata alla struttura tramite un fissaggio con piedi o con flangia. Gli ingranaggi planetari (chiamati anche satelliti) sono montati su rulli (4) che fanno parte del porta satelliti (5). Vengono solitamente utilizzati cuscinetti a rullini a pieno riempimento, a volte cuscinetti ad aghi.

supportano l'albero dei riduttori planetari non sono caricati da forze generate internamente, e la loro capacità può quindi essere sfruttata interamente per vincere le forze esterne applicate all'albero. Secondariamente, la loro capacità di carico non è influenzata dall'angolo di applicazione della forza sull'albero.

## UN'OFFERTA VANTAGGIOSA

I riduttori planetari rappresentano una scelta da preferire rispetto ai riduttori elicoidali laddove uno o più dei loro numerosi vantaggi forniscano un vantaggio competitivo.

Citiamo ad esempio alcuni dei punti che qualificano i riduttori planetari nel confronto con gruppi ad ingranaggi elicoidali, a parità di capacità di carico:

- compattezza,
- leggerezza,
- inerzia,
- capacità di sopportazione radiale,
- elevata resistenza ai carichi impulsivi e ai servizi pesanti,
- economicità in molti casi.

L'utilizzo ideale dei riduttori planetari si riscontra nelle applicazioni con potenza installata ridotta ma con richiesta di coppia elevata e funzionamento a bassa velocità.

Bonfiglioli con la serie 300 propone un prodotto modulare con grande configurabilità sul lato motore e sul lato accoppiamento.

Particolarmente interessante è la possibilità di azionamento tramite motori idraulici oppure elettrici, a seconda delle condizioni d'impiego.

In entrambi i casi è possibile applicare un freno di sicurezza, sia integrato nel riduttore (vedi figura) sia facente parte del motore elettrico. Ovviamente, nei casi in cui non sia disponibile l'alimentazione trifase, ad esempio a bordo di un veicolo, si tenderà a preferire un motore idraulico, mentre il motore elettrico verrà usato principalmente nelle applicazioni industriali. Grazie alla modularità intrinseca del sistema, la predisposizione motore del riduttore può essere sostituita anche in un secondo momento, se le circostanze lo richiedono.

Tra gli adattatori per motori elettrici sono disponibili sia attacchi per motori a standard IEC sia NEMA.

più ridotto di ciascun ingranaggio. Ne risulta quindi un riduttore complessivamente più compatto.

Tra l'altro, ingranaggi più piccoli portano anche a velocità periferiche minori e moduli più ridotti, a tutto vantaggio di una minore rumorosità e un maggiore rendimento.

A differenza dei riduttori convenzionali che presentano calettamenti degli ingranaggi tramite chiavetta, nei riduttori epicicloidali sono utilizzati unicamente profili scanalati tra gli alberi e gli stadi di riduzione, con una conseguente maggiore sicurezza ed isolamento dalle forze generate esternamente.

### SELEZIONE E DIMENSIONAMENTO

Nel caso di servizio continuo, la coppia richiesta all'albero  $M_{r2}$  e la velocità  $n_2$  sono naturalmente dati irrinunciabili per una selezione ottimale. In caso di servizio intermittente e

## UN CASO INTERESSANTE

sviluppo di coppia variabile, può rendersi invece necessario specificare il ciclo di lavoro (coppia e velocità di funzionamento per ogni periodo del ciclo) in modo da poter calcolare una coppia equivalente da utilizzare nella selezione del riduttore.

In entrambi i casi il fattore di servizio  $f_s$  deve essere ricavato attraverso le sue componenti principali, cioè: ore di funzionamento giornaliero, numero di avviamenti orari e tipo di servizio (leggero, medio, pesante). Valori correnti per il fattore di servizio tipicamente variano tra 1,0 e 3,0. Per una determinata applicazione, il valore di coppia nominale  $M_{n2}$  del riduttore

Nelle macchine trituratrici gli alberi dei taglienti sono posizionati molto vicini tra loro. Una tale conformazione permette dimensioni minori delle lame, e, quindi, una riduzione della coppia e della velocità periferica dei taglienti a vantaggio sia dell'ingombro complessivo sia del costo dell'attrezzatura.

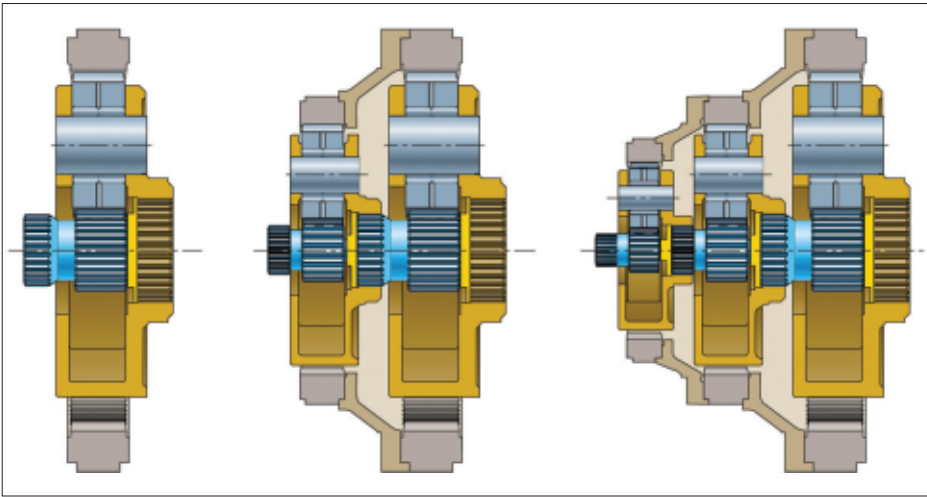
Tuttavia, una posizione così ravvicinata dei riduttori è possibile solo se i gruppi sono radicalmente molto compatti. Una dimensione assiale limitata poi, anche se non strettamente necessaria, è certamente apprezzabile per le ovvie riduzioni di spazio che comporta.

Anche il peso può essere un fattore importante per il momento flettente che genera una massa pesante



e concentrata nella zona di fissaggio.

È ovvio che un trituratore lavora in condizioni di servizio tra le più gravose fra quelle riscontrabili nell'industria. La capacità di sopportare forti urti è una caratteristica irrinunciabile non solo per gli ingranaggi, ma anche per i collegamenti tra alberi e stadi di riduzione che compongono il riduttore. Tutte queste caratteristiche vengono naturalmente offerte dai riduttori di velocità planetari, mentre i gruppi coassiali equivalenti sarebbero più lunghi circa del 50% e le unità ad assi paralleli sarebbero più pesanti approssimativamente del 100%. La stessa capacità di sovraccarico istantaneo non sarebbe disponibile con una qualsiasi delle altre alternative. Infine, l'albero cavo scanalato, che può essere specificato in opzione, assicura un allineamento perfetto degli alberi, una lavorazione meccanica meno costosa e la prevenzione della corrosione da contatto dovuta al grippaggio degli alberi dopo un lungo periodo di servizio.



l'albero cavo rappresenta un'ulteriore opzione, che è persino consigliata, per ragioni di spazio e per l'intrinseco auto-allineamento con l'albero condotto. In questo caso, sarà necessario vincolare il riduttore alla struttura mediante un braccio di reazione. L'opzione di montaggio con piedi è disponibile per tutta la serie 300; in questo caso però l'allineamento degli alberi deve essere attentamente considerato, dato che un disallineamento degli assi porterebbe ad un sovraccarico dei cuscinetti ed a una conseguente minore durata. Per quanto riguarda sempre l'installazione, quest'ultima viene facilitata da:

- la rotazione equiversa degli alberi lento e veloce, indipendentemente dal numero di riduzioni;
- il funzionamento indifferente in entrambe le direzioni, poiché il rendimento non è influenzato dal verso di rotazione.

F. Linguanti, Product Manager, Bonfiglioli Usa.

**Collegamento di stadi di riduzione mediante alberi scanalati.**

verrà calcolato dalla coppia  $Mr_2$  richiesta dall'applicazione e dal relativo fattore di utilizzo  $fs$ :

$$Mn_2 = Mr_2 \times fs$$

La coppia richiesta all'albero  $Mr_2$  [Nm] e la velocità  $n_2$  [ $\text{min}^{-1}$ ] devono essere convertite in potenza  $Pr_2$  [kW] tramite la semplice equazione:

$$Pr_2 = \frac{Mr_2 \times n_2}{9550}$$

Considerando l'efficienza  $EFF$  del riduttore viene quindi calcolata la potenza (teorica) del motore  $P$  [kW]:

$$P = \frac{Pr_2}{EFF}$$

La configurazione del riduttore, coassiale od ortogonale, verrà detta principalmente da considerazioni relative allo spazio disponibile, con il lay-out stesso delle macchine che indicherà poi se sia maggiormente opportuno un montaggio con piedi o con flangia. Il montaggio tramite