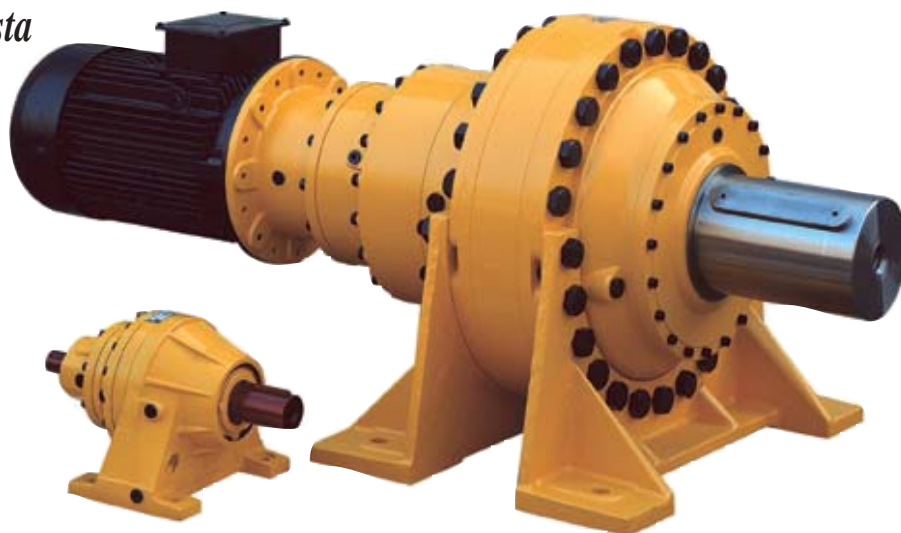


PERCHE' IL RIDUTTORE EPICICLOIDALE?

Analisi tecnica su questa particolare tipologia di riduttori

di Ing. G. Zinzani



Il riduttore epicicloidale offre interessanti vantaggi applicativi, tali da proporsi come una valida alternativa ai riduttori ad ingranaggi paralleli in applicazioni nei diversi settori industriali.

I vantaggi sono tanto più sensibili quanto le applicazioni richiedono riduttori con:

ELEVATI RAPPORTI DI RIDUZIONE

ELEVATE COPPIE DA TRASMETTERE

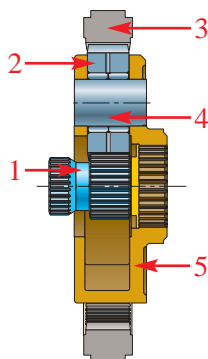
ELEVATI CARICHI DA SOPPORTARE SULL'ALBERO IN USCITA

Queste caratteristiche emergono direttamente dal principio di funzionamento della riduzione epicicloidale, che qui ricordiamo.

L'ingranaggio solare 1 in entrata al moto, ingrana e mette in rotazione tre o più ingranaggi planetari 2, questi ruotano all'interno dell'anello dentato 3 che risulta fisso.

Come conseguenza gli assi dei planetari stessi 4, montati sul portaplanetari 5 si muovono lungo una circonferenza.

Il portaplanetari 5 ruota così a velocità ridotta rispetto all'ingranaggio solare 1.



WHY A PLANETARY GEARBOX? *A technical analysis of this type of reduction unit*

The planetary gearbox offers some interesting advantages and can be proposed as a good alternative to parallel shaft gearboxes in various applications in the industry.

The advantages are more sensible in those applications requiring gearboxes with

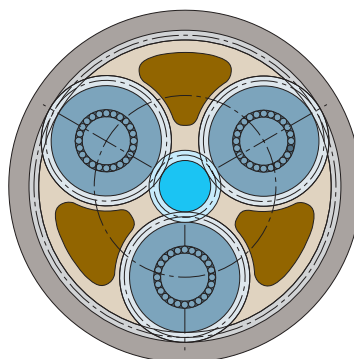
HIGH REDUCTION RATIOS

HIGH TRANSMISSIBLE TORQUE

HIGH RADIAL LOADS ON OUTPUT SHAFTS.

These characteristics are given by the principle of functioning of the planetary system.

The sun gear (1) transmits the motion to three or more planetary gears (2), turning inside the toothed ring (3), which is static. As a consequence the pins of the planetary gears (4) assembled on the planetary carrier (5) move in a circle. The planetary carrier (5) then rotates at a lower speed than the sun gear (1).



ELEVATI RAPPORTI DI RIDUZIONE

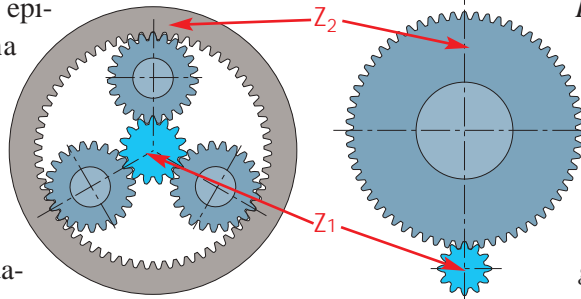
In uno stadio di riduzione epicicloidale, rispetto ad una riduzione ad ingranaggi a parità di numero di denti fra pignone e corona si ottengono rapporti più elevati.

In questo caso l'epicicloidale ha un rapporto più elevato del 20%.

Questa caratteristica si traduce in termini pratici per la riduzione epicicloidale rispetto a quella ad ingranaggi, nell'ottenere a parità di rapporto:

- un miglior proporzionamento degli ingranaggi e quindi prestazioni più elevate
- in diversi casi la realizzazione del rapporto totale con uno stadio di riduzione in meno, con conseguenti riduzioni di costi e dimensioni.

La realizzazione di diversi rapporti per uno stadio di riduzione si esegue normalmente mantenendo la corona dentata e cambiando gli ingranaggi solare e planetari.



epicicloidale
Planetary

assi paralleli
Parallel shafts

$$ie = \frac{Z_2}{Z_1} + 1$$

$$iap = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Se per esempio: *If, for example:*

$$Z_1 = 12$$

$$ie = 6$$

$$Z_2 = 60$$

$$iap = 5$$

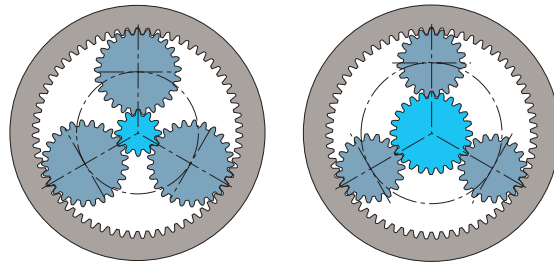
- a better dimension of gears, giving higher performances
- in many cases the same ratio can be achieved using one less reduction stage, with cost and dimension savings.

HIGH REDUCTION RATIOS

In a planetary reduction stage, higher reduction ratios than in spur gear pairs can be achieved, keeping the same number of teeth of pinion and gear.

In this case the planetary gear has a 20% higher reduction ratio. For this reason, using a planetary reduction stage rather than one with spur gears, it is practically possible to achieve, given the same reduction ratio:

- a better dimension of gears, giving higher performances



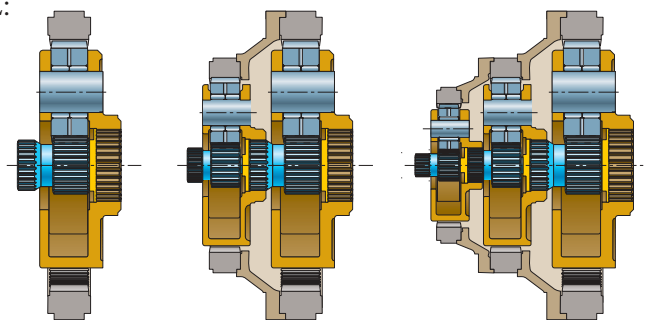
alto rapporto / High ratio

basso rapporto / Low ratio

In a planetary gear reduction, different ratios can be made using the same ring gear and changing sun gear and planetaries.

PER L'OTTENIMENTO DI RAPPORTI PIU' ELEVATI SI COLLEGANO IN SERIE PIU' STADI DI RIDUZIONE:

IN ORDER TO OBTAIN HIGHER RATIOS, MORE REDUCTION STAGES CAN BE USED:



1 stadio / 1 stage

2 stadi / 2 stages

3 stadi / 3 stages

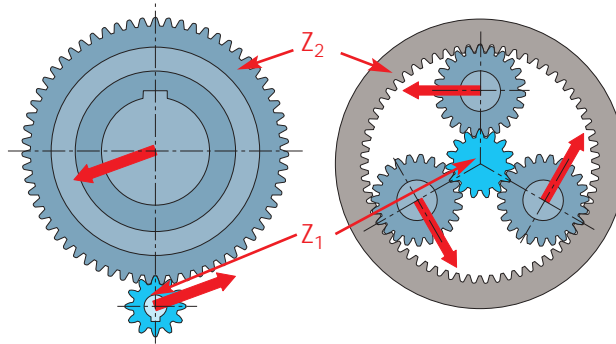
ELEVATA COPPIA TRASMESSA / DIMENSIONI E PESI CONTENUTI

Nella riduzione epicicloidale gli ingranaggi hanno ingranamenti multipli contrariamente a quanto avviene in una riduzione ad ingranaggi paralleli dove l'ingranamento è singolo. A parità di coppia da trasmettere questo si traduce in forze sui denti molto inferiori e quindi a parità di sollecitazioni unitarie, la riduzione epicicloidale necessita di ingranaggi con dimensione molto più contenute.

Minori dimensioni, a parità di velocità di rotazione, portano a velocità periferiche delle dentature più basse, per cui ingranaggi a dentatura diritta normalmente utilizzati nelle riduzioni epicicloidali sono in grado di competere a livello di rumorosità con gli ingranaggi a denti elicoidali delle riduzioni tradizionali.

Ingranaggi più piccoli, significa anche dentature con modulo inferiore, quindi più bassi strisciamenti, tali da assicurare pur con degli ingranamenti multipli, come si hanno in uno stadio epicicloidale valori di rendimento totale paragonabili a quelli dei riduttori ad assi paralleli.

Le due figure in alto rappresentano un confronto dimensionale fra 2 tipi di riduzioni a parità di: rapporto, sollecitazioni sulle dentature e coppia da trasmettere.



*coppia ingranaggi ad assi paralleli
Parallel shafts gear pair*

*riduzione epicicloidale
Planetary reduction stage*

HIGH TRANSMISSIBLE TORQUE / SMALL DIMENSIONS AND WEIGHT

In planetary gearboxes each gear has more teeth in contact at each time, while in the spur gears just one tooth works at a time. When transmitting the same torque, this means the stresses on each tooth are lower and therefore given the same load the planetary needs much smaller gears.

Smaller dimensions, given the same rotation speed, will mean lower peripheral speed on the pitch diameter, so spur gears used in a planetary system will have similar noise levels to helical gears used in a parallel shafts system.

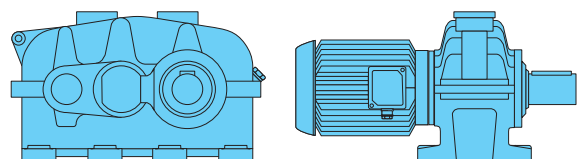
Smaller gears mean also smaller module of teeth, that assure similar efficiency to a parallel shafts system, even with multiple teeth in contact.

The two pictures on the left show a comparison of dimensions between two types of reductions, given the same ratio, transmitted torque and loads on the teeth.

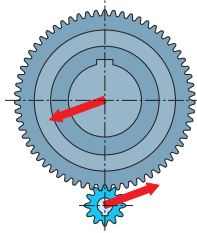
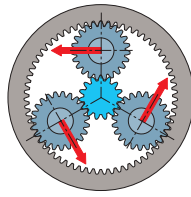
DATI TECNICI - TECHNICAL DATA

5 LGXJ URCH VBR	Reduction type	(SIFBRLGDB) Planetary	&RSSID IQUDCUJL Helical gears
5 DSSRUR	Ratio 1		
&RSSID XFFMD 1 P	Output torque Nm		
0 RGXR	Module		
1 ÉCHQM=	No of teeth Z ₁		
,QUUDJL Gears	1 ÉCHQM=	No of teeth Z ₂	
\$QRB HIFDâ	Lead angle β		É
/DUKHJ]DEDH	Face width		
9RXP H RFFXSAR FP	Volume cm ³		
0 DVD. J	Weight		
4 XHMM QWUHQ H LQSHR H YRXP H RFFXSAR JIj VHQMEIQ DXP HQWQR FRCFUHFUJ GHLYDQULGFRSSID GD WDP HMAUH	The above differences in volume and weight increase substantially when increasing the value of the torque to be transmitted.		

UN CONFRONTO FRA RIDUTTORI DI TIPO: A COMPARISON BETWEEN WEIGHTS AND VOLUMES OF GEARBOXES.



RIDUTTORI AD ASSI PARALLELI / PARALLEL SHAFTS



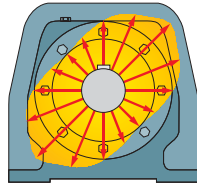
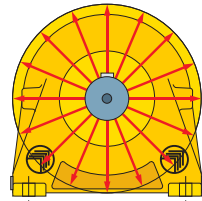
ELEVATI CARICHI RADIALI SOPPORTABILI DALL'ALBERO LENTO

Le forze che si trasmettono attraverso gli ingranaggi in una riduzione epicicloidale sono fra loro equilibrate. La loro risultante è nulla, esiste solo la coppia che si trasmette attraverso il portaplanetario all'albero d'uscita.

Al contrario in una coppia di ingranaggi le forze devono essere equilibrate supportando gli ingranaggi stessi sugli alberi che ruotano su cuscinetti.

Ne deriva che in un riduttore epicicloidale i cuscinetti montati sugli alberi di entrata e uscita sono a disposizione interamente per supportare i carichi esterni al riduttore dato che i carichi interni dovuti agli ingranaggi sono fra loro equilibrati. Ciò non avviene in un riduttore tradizionale dove i cuscinetti devono supportare sia i carichi interni che esterni.

Si ha così che un riduttore epicicloidale può sopportare gli stessi valori di carico in tutte le direzioni cosa che non avviene in un riduttore tradizionale.



HIGH RADIAL LOADS ALLOWED ON THE OUTPUT SHAFT

The forces transmitted through the gears in a planetary reduction system are balanced.

Their resulting force is nil, only the torque is transmitted to the output shaft through the planetary carrier.

On the contrary, in a parallel shafts system the resulting forces must be taken up by the bearings that support the gears.

As a result, in a planetary gearbox the bearings supporting input and output shafts are only taking the loads acting on the shafts from outside the gearbox, being the internal forces generated by the gearing balanced between them.

This does not occur in a traditional gearbox, where the bearings have to withstand both the internal and external loads.

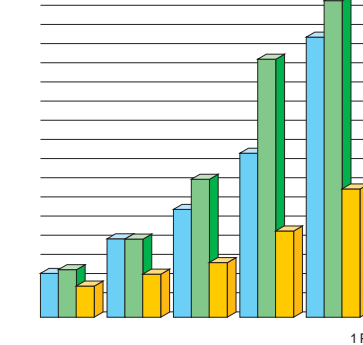
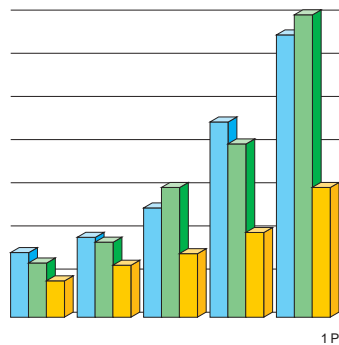
As a result of the above, a planetary gearbox can withstand higher radial loads on the shaft, and the same load in all the directions, differently from a traditional gearbox.

PER DIVERSI VALORI DI COPPIA DA TRASMETTERE PORTA A QUESTI RISULTATI:
FOR DIFFERENT VALUES OF TRANSMISSIBLE TORQUE GIVES THE FOLLOWING RESULTS:

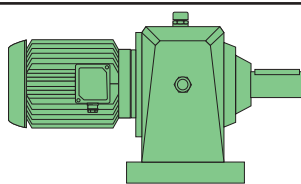
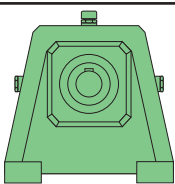
DIAGRAMMA COMPARATIVO VOLUME/COPPIA
COMPARATIVE WEIGHT/TORQUE DIAGRAM

DIAGRAMMA COMPARATIVO VOLUME/COPPIA
COMPARATIVE VOLUME/TORQUE DIAGRAM

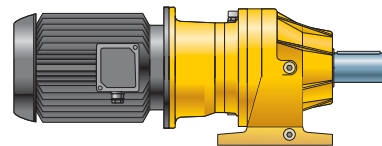
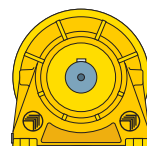
IL RIDUTTORE EPICICLOIDALE GRAZIE A PESI E DIMENSIONI CONTENUTE OFFRE LA POSSIBILITA' DI INSTALLAZIONI PIU' SEMPLICI E MENO COSTOSE.



THE PLANETARY GEARBOX, WITH ITS REDUCED WEIGHT AND DIMENSIONS, OFFERS THE POSSIBILITY OF SIMPLER AND LESS EXPENSIVE INSTALLATIONS.



RIDUTTORI COASSIALI / IN LINE HELICAL



RIDUTTORI EPICICLOIDALI / PLANETARY