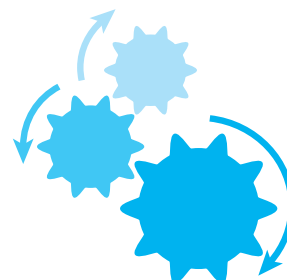


# Rotismi e riduttori

**Rotismo** è una successione di ruote dentate che ingranano tra loro in modo che la rotazione di una provoca la rotazione di tutte le altre. Si distinguono:

- rotismi ordinari
  - tutti gli assi su cui sono montate le ruote dentate sono fissi
- rotismi epicicloidali
  - uno o più assi portanti ruote dentate sono mobili



## Rotismi ordinari

Con il rotismo si realizza una trasmissione del moto in serie, un “treno di ingranaggi”.

Il **rapporto di trasmissione globale** di un rotismo ordinario è il prodotto dei rapporti di trasmissione parziali:

$$i_{tot} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$$

In funzione del numero dei denti delle ruote si ha:

$$i_{tot} = \frac{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \dots}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \dots}$$

Per rotismi riduttori:  $i_{tot} > 1$ .

Per tenere conto dei versi di rotazione si può attribuire un segno al rapporto con la seguente convenzione:

$i < 0$ : rotazione opposta di pignone e ruota (ingranaggio esterno);

$i > 0$ : rotazione concorde (ingranaggio interno o successione di due ingranaggi esterni).

**Ruota oziosa**: ruota che ingrana contemporaneamente con altre due; influisce sul verso di rotazione finale, ma non sul rapporto di trasmissione.

In regime ideale nel rotismo a ogni ingranaggio la frequenza di rotazione risulta divisa mentre il momento risulta moltiplicato per il rapporto di trasmissione.

- indici pari alle ruote condotte
- indici dispari alle ruote motrici

## Rotismi epicicloidali

**Portatreno**: equipaggio rigido che ruota attorno all'asse fisso del rotismo trascinando gli assi mobili.

**Ruote solari**: ruote dentate ad asse fisso, coincidente con l'asse del portatreno.

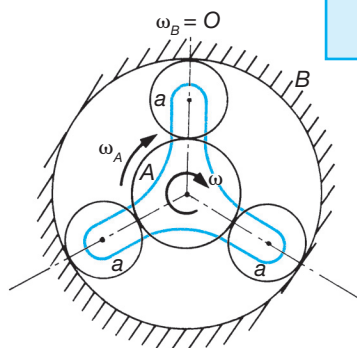
**Ruote planetarie**: ruote dentate ad assi mobili, che ruotano ingranando con i solari.

In un rotismo epicicloidale sono possibili teoricamente soluzioni diverse con:

- due alberi motori e uno condotto;
- un albero motore e due condotti;
- un albero motore, uno condotto e un elemento fisso (figura).

La **formula di Willis** è una relazione generale che lega tra loro le velocità angolari dei due solari  $\omega_A$  e  $\omega_B$  e quella del portatreno; essa ricava il rapporto di trasmissione  $i_o$  del rotismo immaginando di renderlo ordinario con una controrotazione  $-\omega$  fornita a ogni elemento:

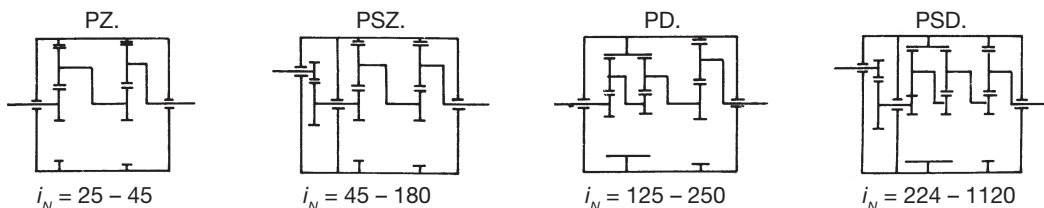
$$i_o = \frac{\omega_A - \omega}{\omega_B - \omega}$$



Il valore di  $i_o$  è ricavato dal rotismo reso ordinario in base al numero di denti delle ruote.

Una delle applicazioni più comuni dei rotismi epicicloidali è quella di realizzare **rapporti di trasmissione elevati** con un numero relativamente basso di ingranaggi e quindi con rendimenti accettabili.

I sistemi combinati derivano dall'accoppiamento di sistemi epicicloidali semplici e raggiungono valori del rapporto di trasmissione dell'ordine delle centinaia.



Il **differenziale** per autoveicoli è un'applicazione di rotismo epicicloidale a ruote coniche con funzione compensativa: permette alle ruote motrici di assumere velocità angolari diverse evitando slittamenti sul terreno, per esempio in curva.

La relazione tra la velocità in entrata  $\omega$  e le velocità degli assi delle ruote è:

$$\omega = \frac{\omega_A + \omega_B}{2}$$

La scatola del differenziale ruota a una velocità media rispetto a quelle dei semiassi; in curva i planetari ruotano mentre le ruote assumono velocità diverse.

La coppia motrice in entrata  $C_p$  viene ripartita equamente tra le due coppie  $C_A$  e  $C_B$  in uscita sugli assi delle ruote:

$$C_A = C_B = -\frac{C_p}{2}$$

Su fondo scivoloso il differenziale rende impossibile applicare coppie diverse sui due assi, riducendo così l'aderenza; nel **differenziale autobloccante** in queste situazioni interviene automaticamente il bloccaggio.

I rotismi epicicloidali trovano applicazione, tra l'altro, nei cambi di velocità dei veicoli pesanti, nello sterzo di mezzi cingolati, nei variatori di velocità e nella regolazione del passo delle pale di un'elica.

# I riduttori

Nelle applicazioni industriali i motori più impiegati sono quelli elettrici, cui si affiancano quelli a combustione interna, pneumatici o idraulici. La potenza è erogata a un regime assai elevato (1500-3000 giri/min per i motori elettrici), tale da rendere necessaria l'applicazione di un sistema di riduzione che innalzi la coppia trasmessa.

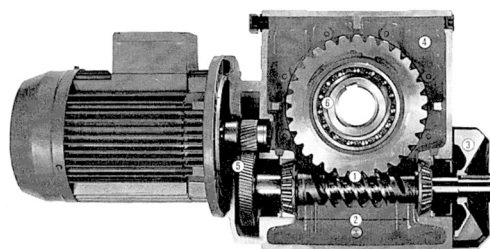
Vengono progettati e prodotti **riduttori** compatti e, per molti aspetti, unificati.

I **motoriduttori** sono sistemi in cui costruttivamente il motore costituisce un tutto unico con il riduttore, riducendo ingombri e costi.

I **motovariatori** sono motori capaci di fornire potenza e velocità variabili in base alle esigenze della lavorazione; resta comunque la necessità di un riduttore.

Per la riduzione sono adottate diverse soluzioni a seconda dell'utilizzo:

- a rotismi ordinari con ingranaggi cilindrici e/o conici;
- a vite senza fine;
- epicicloidali;
- combinati (per esempio preriduttore a ingranaggio cilindrico seguito da vite senza fine).



Sulla base di un principio innovativo sono costruiti i **riduttori armonici**, sviluppati per impieghi aerospaziali e il cui funzionamento è basato sulla deformazione di un elemento elastico. Pur essendo presente una dentatura, il contatto avviene senza strisciamento e il gioco è nullo.

È costituito da tre elementi:

- il **generatore d'onda**, di forma ellittica;
- il **flexspline**, anello flessibile in acciaio con speciale dentatura esterna;
- il **circular spline**, corona rigida con dentatura interna a  $z$  denti, due in più del flexspline.

Il rapporto di trasmissione è pari a  $z/2$ .

