

# Gli ingranaggi (cenni)

## Le Trasmissioni Meccaniche

Gli *ingranaggi* sono componenti meccanici utilizzati nelle trasmissioni. Una *trasmissione meccanica* è un meccanismo destinato a trasmettere potenza da un motore primo ad una macchina operatrice generalmente implicando una variazione delle velocità, forze e momenti.

1 – *Trasmissioni per attrito*:  
a contatto diretto (ruote di frizione) e a connessione flessibile (trasmissioni a cinghia);

2 – *Trasmissioni per interferenza*:  
contatto diretto (ingranaggi dentati e a vite) e a connessione flessibile (trasmissioni per catena o a cinghia dentata).

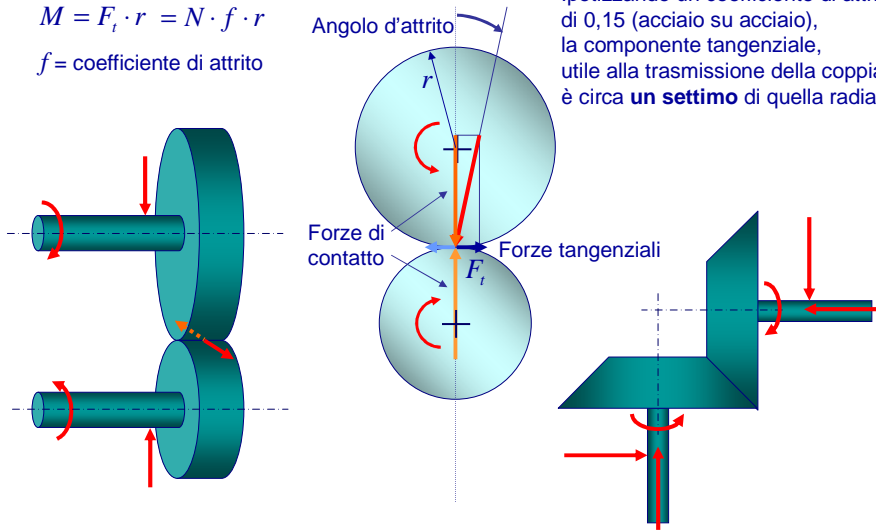
### Le ruote di frizione

La trasmissione di potenza tra alberi con ruote di frizione non è utilizzata perché richiederebbe enormi forze di contatto a fronte di modeste coppie trasmesse

$$M = F_t \cdot r = N \cdot f \cdot r$$

$f =$  coefficiente di attrito

Ipotizzando un coefficiente di attrito di 0,15 (acciaio su acciaio), la componente tangenziale, utile alla trasmissione della coppia, è circa **un settimo** di quella radiale.

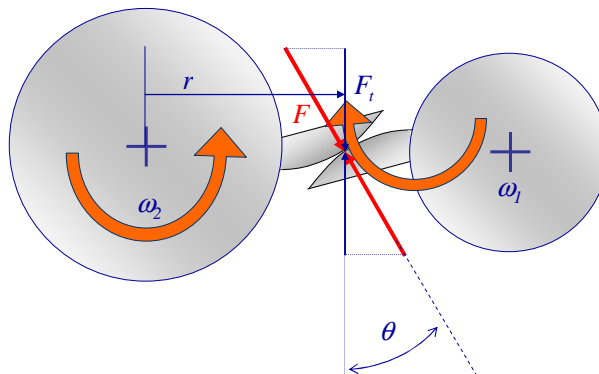


### Gli ingranaggi: ruote dentate

Conviene pertanto utilizzare dei profili coniugati che possano trasmettere coppia per interferenza attraverso **forze normali** alle superfici in contatto e non tangenziali

$F_t$  è la componente "utile" della forza agente sulla superficie in contatto

La coppia trasmessa vale:  $M = F_t \cdot r = F \cos \theta \cdot r$



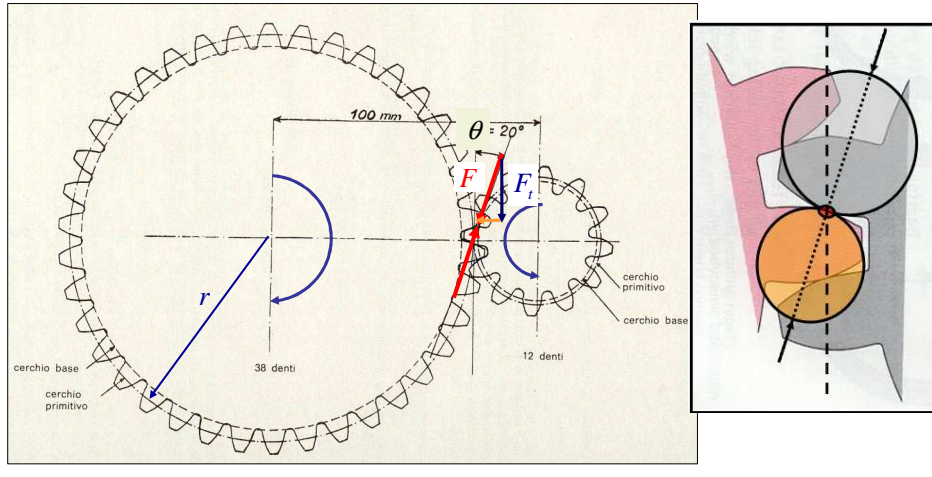
Per valori di  $\theta$  non elevati la componente "utile"  $F_t$  è di poco inferiore alla forza  $F$  che sollecita la superficie in contatto.

### Gli ingranaggi: ruote dentate

La trasmissione per ingranaggi consente di trasferire elevate potenze con alto rendimento ed ampia gamma di velocità, con costruzioni compatte ed affidabili.

Per un angolo di pressione di  $20^\circ$ , la componente tangenziale è circa **il triplo** di quella radiale.

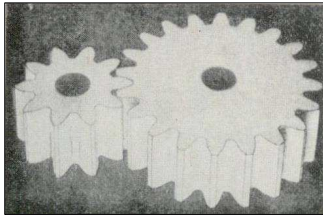
$$M = F_t \cdot r = F \cdot \cos \theta \cdot r \quad \theta = \text{angolo di pressione}$$



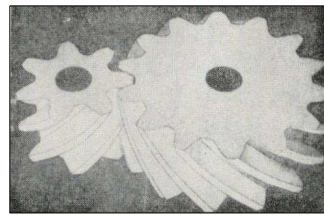
### Tipi di ruote dentate

Il moto può essere trasferito tra assi paralleli, concorrenti o sghembi.

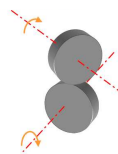
Assi paralleli: ruote a denti dritti e ruote a denti elicoidali



Assi concorrenti: ruote coniche



Assi sghembi

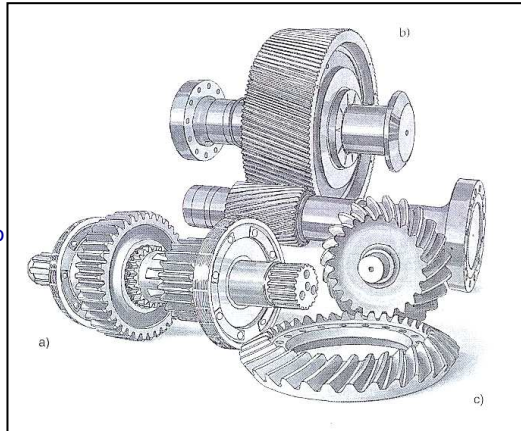


### Tipi di ruote dentate

Ruote a *denti dritti* (assi paralleli):  
Una sola coppia di denti in presa  
Assenza di sforzi assiali

Ruote a *denti elicoidali* (assi paralleli):  
Più coppie di denti in presa  
Ingranamento più graduale e silenzioso  
Sforzi assiali dipendenti dall'angolo di inclinazione dell'elica

Ruote *coniche* (assi concorrenti):  
Forti sforzi assiali.  
configurazioni a denti dritti o a spirale  
Sforzi assiali dipendenti dall'angolo di inclinazione dell'elica

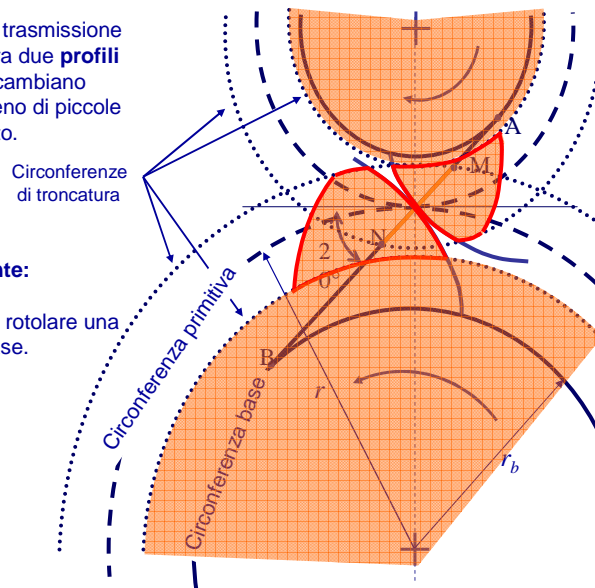


### Ruote dentate: profili ad evolvente

Negli ingranaggi la trasmissione del moto avviene tra due **profili coniugati** che si scambiano forze normali, a meno di piccole componenti di attrito.

#### Profilo ad evolvente:

È ottenuto facendo rotolare una retta sul cerchio base.



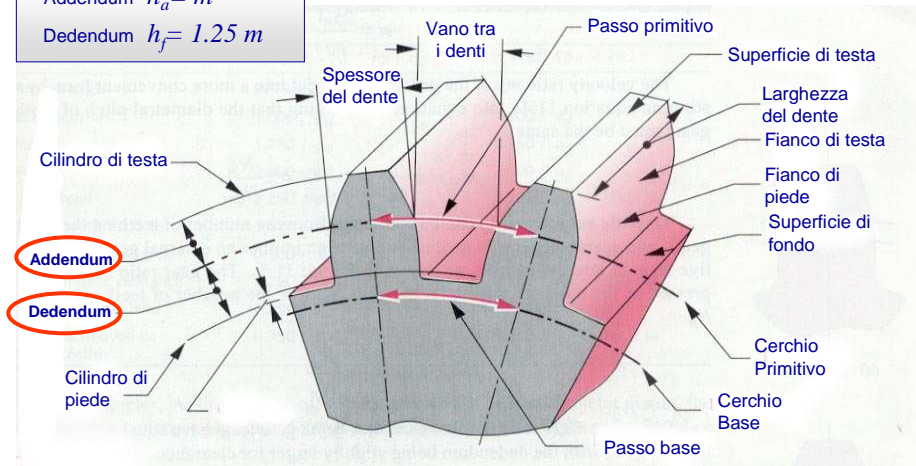
Ruote dentate: profili ad evolvente

$z$  = numero di denti     $d$  = diametro primitivo

Passo  $p$  distanza tra due profili omologhi misurata lungo la circonferenza primitiva  $p = \frac{2\pi r}{z}$

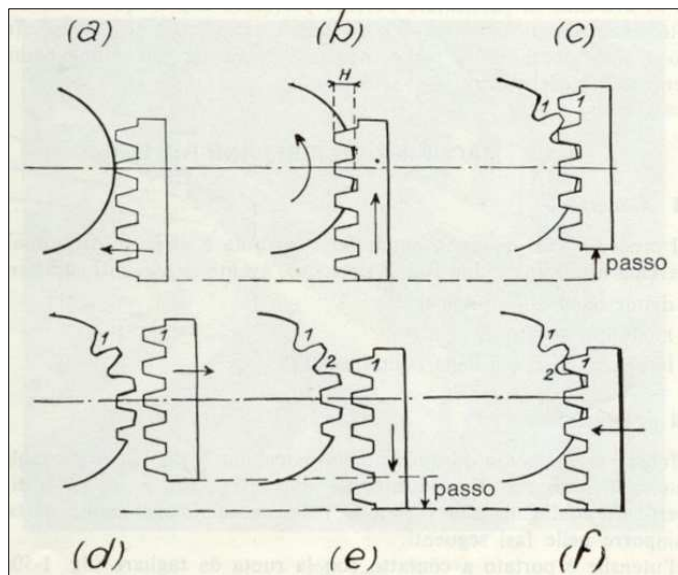
Modulo  $m \rightarrow m = p/\pi \rightarrow m = d/z \rightarrow$  Proporzionamento modulare

Addendum  $h_a = m$   
Dedendum  $h_f = 1.25 m$



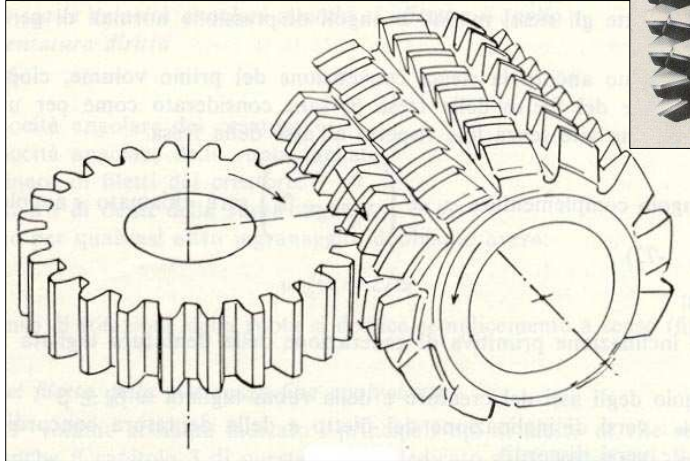
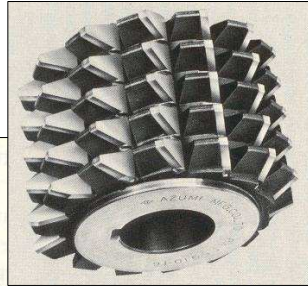
Il taglio delle ruote dentate

Taglio per generazione di ruote cilindriche con profili ad evolvente di cerchio.



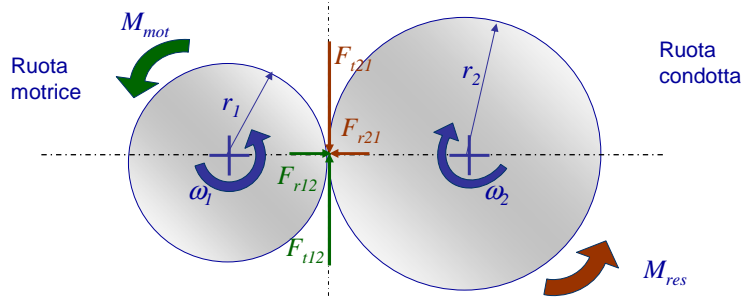
Il taglio delle ruote dentate

Il taglio è oggi generalmente eseguito con un utensile rotante detto "creatore".



Taglio per generazione di ruote cilindriche con profili ad evolvente di cerchio.

Le Trasmissioni Meccaniche: formule di maggior utilizzo



Rapporto di trasmissione: Potenza trasmessa ( $\eta=1$ ): Relazioni forze-momenti:

$$\tau = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2}$$

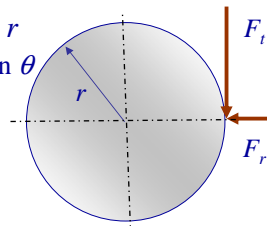
$$n = \frac{60}{2\pi} \omega$$

$$P = M_1 \omega_1 = M_2 \omega_2$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \tau$$

$$M = F_t \cdot r$$

$$F_r = F_t \tan \theta$$



$\tau < 1$  riduttore  
 $\tau > 1$  moltiplicatore