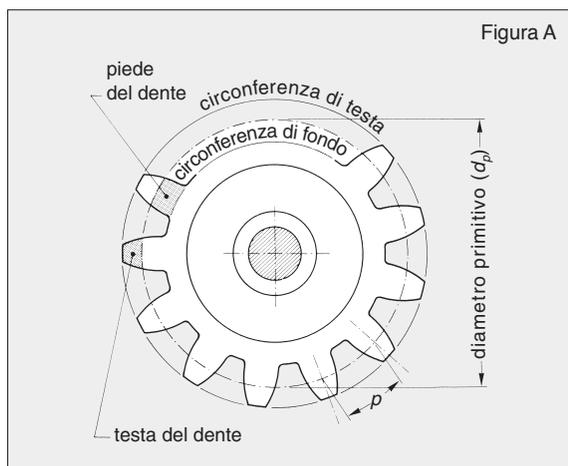


Capitolo 11

Per trasmettere potenze medie o alte potenze con ruote di frizione sono necessarie elevate forze di attrito tra le superfici a contatto. In questi casi si utilizzano **coppie di ruote dentate cilindriche**. In una coppia la ruota piccola è chiamata **pignone** e quella grande **corona** o semplicemente **ruota**.

Le dimensioni che caratterizzano una ruota dentata sono indicate in figura A.

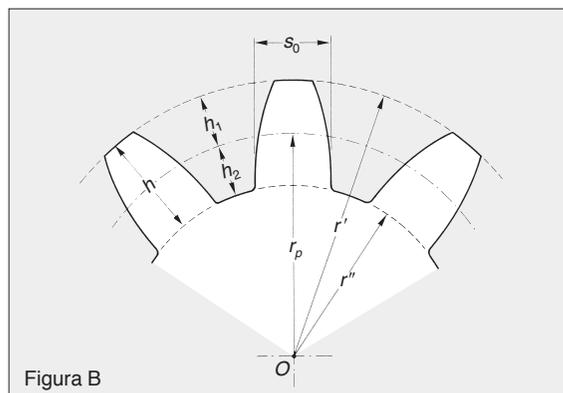
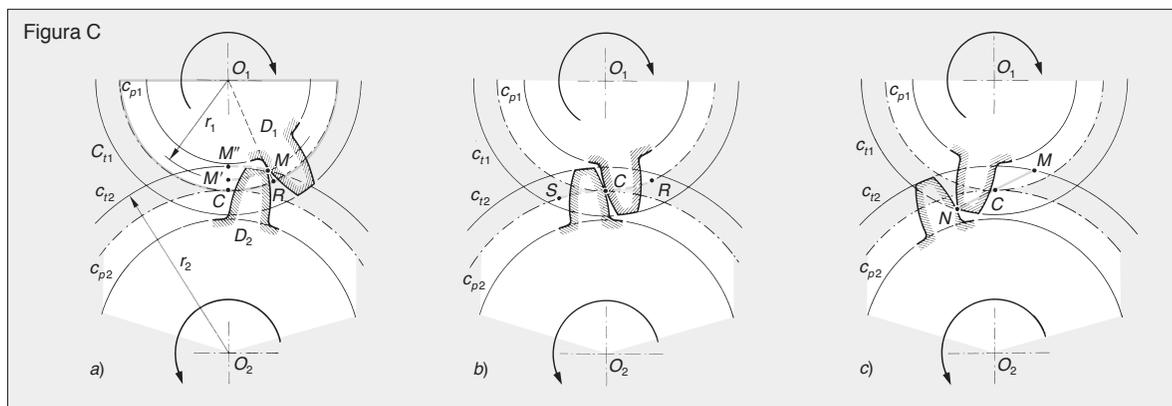


Il **diametro primitivo** è quello corrispondente alla ruota di frizione fittizia atta a trasmettere il moto con lo stesso rapporto di trasmissione. Il **passo** fra due denti consecutivi vale:

$$p = \frac{\pi \cdot d_p}{z}$$

con z numero di denti della ruota.

Il **modulo** $m = d_p/z$, non includendo numeri irrazionali come invece accade a p , si presta bene per il dimensionamento di una ruota (**dimensionamento modulare**). Tutte le grandezze che definiscono una ruota (figura B) sono espresse in funzione di m secondo delle normative.



La figura C analizza il moto durante la presa fra due denti:

M : punto di contatto nella posizione a);

M' : posizione di M se appartenente a D_1 quando le ruote sono in posizione b);

M'' : posizione di M se appartenente a D_2 quando le ruote sono in posizione b);

C : punto di contatto nella posizione b);

N : punto di contatto nella posizione c).

Poiché $\overline{M'C} \neq \overline{M''C}$ i denti strisciano l'uno sull'altro. Il segmento MCN è detto **linea di ingranamento** (o **di imbocco**) ed è il luogo dei punti di contatto dei denti in presa.

L'**arco d'azione** RS è l'arco descritto dalla circonferenza primitiva nell'intervallo di tempo durante il quale un dente qualsiasi della ruota conduttrice ingrana con il dente corrispondente della ruota condotta. Esso si divide in RC ; **arco di accesso**, e CS , **arco di recesso**. Se l la lunghezza dell'arco d'azione, per avere sempre almeno una coppia di denti in contatto deve essere $l > p$. In generale si cerca di avere il **rapporto di condotta** o **grado di ingranamento**.

$$\frac{l}{p} = 1,25 \div 1,40$$

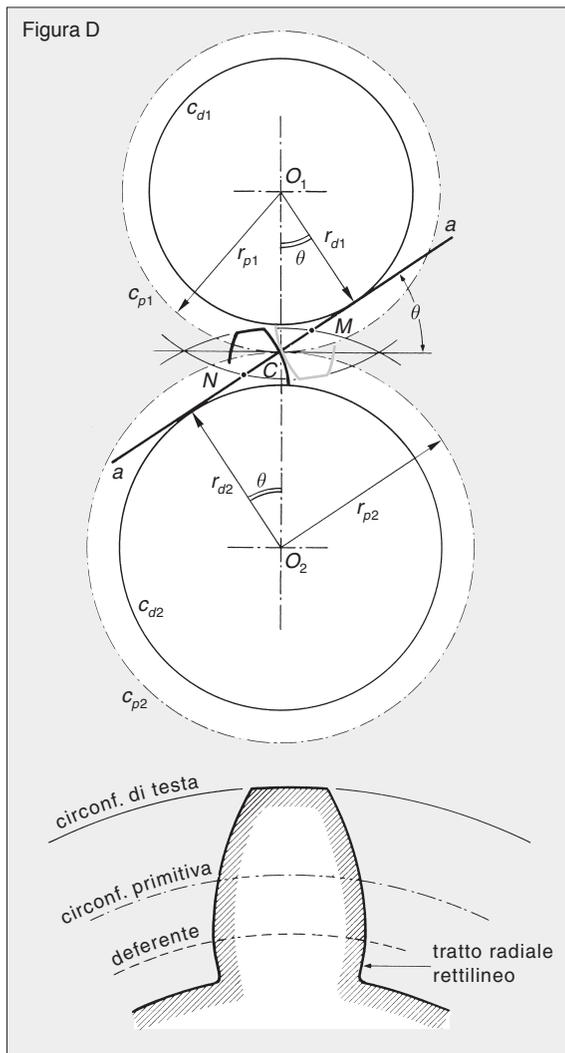
Il rapporto di trasmissione è costante se la normale ai profili dei denti nel loro punto di contatto passa per il punto C di tangenza alla primitiva:

$$i = z_2/z_1$$

Per soddisfare queste condizioni si utilizzano profili dei denti **cicloidali** o **a evolvente di cerchio**. Nel primo caso la testa di un dente è coniugata con la base di un altro e viceversa. Questo tipo di profili non si usa più.

Nel profilo a evolvente (figura D) il raggio della circonferenza deferente vale:

$$r_{d1} = r_{p1} \cdot \cos \theta$$



I profili a evolvente sono generati facendo rotolare una retta sulle circonferenze deferenti 1 e 2.

Nel caso di profilo a evolvente, inoltre, si ha che

$$i = \frac{r_{d2}}{r_{d1}}$$

Quindi aumentando l'interasse si ottiene lo stesso rapporto di trasmissione. La forza che i denti si scambiano è sempre diretta lungo la retta a , detta quindi **retta d'azione**. Si hanno due componenti, una tangenziale, $F = P \cdot \cos \theta$ e una normale che tende a separare le ruote. L'angolo θ è detto **angolo di pressione** ed è opportuno che il suo valore sia compreso tra 15° e 20° . Per i profili cicloidali la forza oscilla con conseguente trasmissione irregolare del moto.

Un altro vantaggio del profilo a evolvente è che i denti possono essere generati con taglio per inviluppo mediante *cremagliere* con il valore di m necessario, indipendentemente dal diametro e dal numero dei denti, mentre per i profili cicloidali i denti sono realizzati con un utensile che ricalca il vano e quindi ogni ruota ha (teoricamente) il suo utensile.

Per assicurare il funzionamento della trasmissione, per profili a evolvente di cerchio si ha un **numero minimo di denti** pari a:

$$z = \frac{5}{2 \cdot (1 - \cos \theta)}$$

e quindi è bene non far scendere l'angolo di pressione sotto i 15° , per il quale si ha un numero minimo di denti di 73, che comporta una ruota di diametro elevato soprattutto se il modulo è alto. D'altra parte se l'angolo di pressione è elevato, F diminuisce. Si definisce **rapporto di ingranaggio** u il rapporto tra z'' , numero di denti della ruota maggiore, e z' , numero di denti della ruota minore. Per evitare interferenza il numero minimo di denti della ruota minore deve valere:

$$z_{\min} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{z''}{z'}\right)^2 + \left(1 + \frac{2 \cdot z''}{z'}\right) \cdot \sin^2 \theta} - \frac{z''}{z'}}$$

Per i profili cicloidali $z_{\min} = 11$.