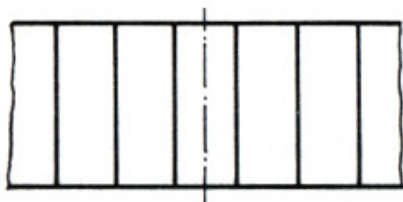


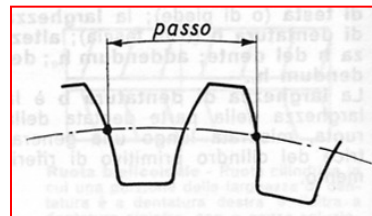
## Ruote dentate elicoidali e loro controllo con micrometro a piattelli



**Ruota cilindrica diritta** - Ruota cilindrica (o ingranaggio cilindrico) in cui le linee dei fianchi sono generatrici del cilindro primitivo di riferimento.

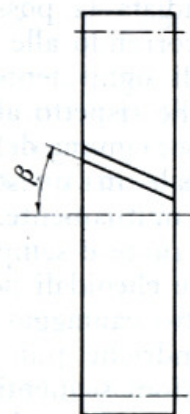
Nella **ruota dentata cilindrica a denti dritti** le linee dei fianchi sono parallele all'asse della ruota stessa.

La figura a destra rappresenta il “**passo normale**” della dentatura, cioè la lunghezza dell'arco (sulla circonferenza primitiva) compresa tra due fianchi consecutivi

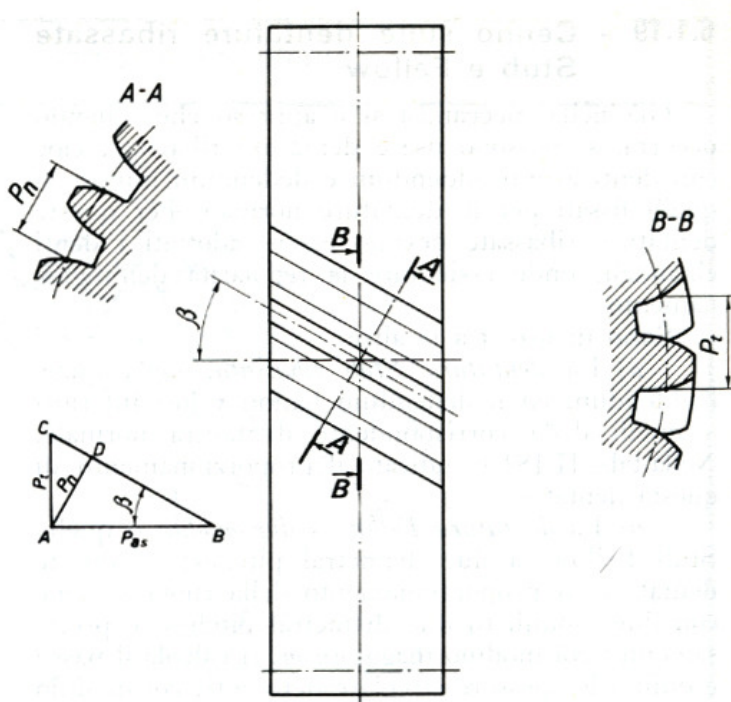


Nella **ruota dentata cilindrica a denti elicoidali** le linee dei fianchi, essendo delle eliche, sono inclinate di un angolo  $\beta$  rispetto all'asse della ruota.

Nella ruota elicoidale, quindi, si possono individuare vari passi, come illustrato nella figura sotto:



*Angolo d'inclinazione di un dente elicoidale.*



*I vari passi di una dentatura elicoidale.*

Nella dentatura elicoidale il “**passo normale  $P_n$** ” si misura sezionando la ruota secondo la sez. A-A perpendicolare alle linee dei fianchi.

Il passo, invece, misurato osservando una faccia della ruota (o sezionando la ruota trasversalmente con un piano perpendicolare all'asse della ruota stessa) è detto “**passo trasversale  $P_t$** ” (o “passo apparente” o “passo frontale” o “passo circonferenziale”).

Dal triangolo a lato si ricava:

$$P_n = P_t \cdot \cos \beta \quad (1)$$

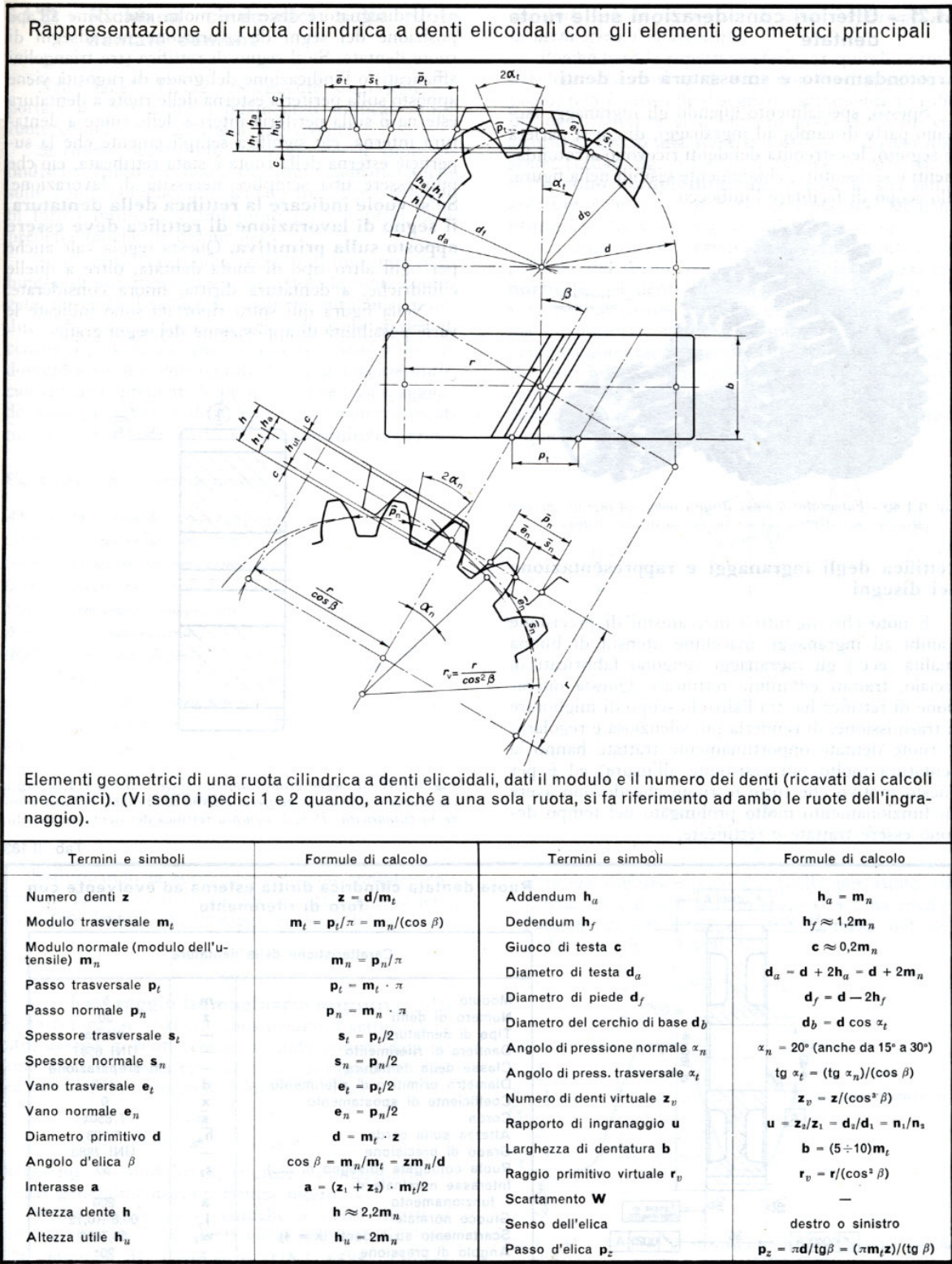
Ricordando l'espressione:

$$m = P / \pi$$

dividendo per  $\pi$  la relazione (1) tra i passi, si può scrivere che:

$$m_n = m_t \cdot \cos \beta = P_n / \pi$$

Nella figura che segue è la rappresentazione di una ruota cilindrica a denti elicoidali con gli elementi geometrici principali:



Nel proporzionamento di un ingranaggio a denti elicoidali, che si effettua come per gli ingranaggi a denti dritti, si deve prendere in considerazione il **modulo normale  $m_n$** .

Come evidenziato dalla figura sopra, si ha un **angolo di pressione normale  $\alpha_n$**  ( $= 20^\circ$  o anche  $15^\circ$ ) ed un angolo di pressione trasversale  $\alpha_t$ .

Detto  $\alpha_n$  l'angolo di pressione normale, l'**angolo di pressione trasversale**  $\alpha_t$  è dato da:

$$\text{tg } \alpha_t = (\text{tg } \alpha_n) / (\cos \beta)$$

da cui si ricava  $\alpha_t$ .

Il **numero dei denti da prendere tra i piattelli** é:

$$Z' = Z \cdot (\alpha_t / 180) + 0,5$$

con Z il numero dei denti della ruota.

Lo **scartamento teorico**  $W_t$  si calcola con la seguente espressione:

$$W_t = m_n \cdot \cos \alpha_n [(Z' - 0,5) \pi + Z(\text{tg } \alpha_t - \alpha_t)]$$

Perché il controllo col micrometro a piattelli possa essere effettuato è necessario che sia verificata la relazione:

$$b > W_t \cdot \text{sen } \beta$$

con b la larghezza della ruota in [mm].

AmMESSO un gioco prestabilito (es.:  $g = 0,1$  mm) ed una tolleranza di esecuzione (es.:  $t = \pm 0,02$  mm), gli scostamenti tollerati della corda primitiva sono:

$$\begin{aligned} W_{\max} &= W_t - (g/2) + t \\ W_{\min} &= W_t - (g/2) - t \end{aligned}$$

Il rilievo della corda primitiva effettiva é effettuato disponendo lo strumento nella direzione normale all'elica e portando i piattelli a contatto dei fianchi opposti dei denti intervallati del numero di vani determinati con la tabella. Si deve oscillare leggermente lo strumento curando che i piattelli non tocchino il fondo dei vani.

E' bene ripetere la misurazione varie volte in posizioni diverse, assumendo la media aritmetica delle letture  $W_m$  che deve risultare compresa nel campo degli scostamenti limite:

$$W_{\max} > W_m > W_{\min}$$

Come per le ruote a denti diritti, anche nel caso di ruote a denti elicoidali, per il calcolo dello scartamento teorico si può utilizzare una **formula semplificata**, che è la seguente:

$$W_t = m_n \cdot C$$

Con  $m_n$  il modulo normale e C una costante che dipende dal **numero di denti fittizio**  $Z_i$  che si calcola con la formula:

$$Z_i = K \cdot Z$$

Dove Z è il numero di denti della ruota e **K è una costante** che si ricava da:

$$K = (\text{tg } \alpha_t - \alpha_t) / (\text{tg } \alpha_n - \alpha_n)$$

## ESEMPIO

Eseguire il controllo della corda primitiva della ruota dentata cilindrica a dentatura elicoidale normale avente le seguenti caratteristiche:

$$\mathbf{Z = 12 \ ; \ m_n = 5 \text{ mm} \ ; \ \alpha_n = 20^\circ \ ; \ \beta = 25^\circ \ ; \ b = 30 \text{ mm}}$$

1) determinazione del valore dell'angolo di pressione trasversale  $\alpha_t$

$$\operatorname{tg} \alpha_t = (\operatorname{tg} \alpha_n) / (\cos \beta) = (\operatorname{tg} 20^\circ) / (\cos 25) = 0,363\ 970\ 2 / 0,906\ 307\ 7 = 0,401\ 596\ 7$$

$$\text{a cui corrisponde } \alpha_t = 21,880\ 232^\circ$$

2) calcolo del numero dei denti  $Z'$  da prendere tra i piattelli

$$Z' = Z \cdot (\alpha_t / 180) + 0,5 = 12 \cdot (21,880\ 232^\circ / 180) + 0,5 = 1,958\ 682 \approx 2$$

3) calcolo della funzione  $(\operatorname{tg} \alpha_t - \alpha_t)$

$$(\operatorname{tg} \alpha_t - \alpha_t) = 0,401\ 596\ 7 - (3,14 \cdot 21,880\ 232^\circ / 180) = 0,401\ 596\ 7 - 0,381\ 688\ 5 = 0,019\ 908\ 2$$

4) determinazione della corda primitiva teorica (scartamento)  $W_t$

$$W_t = m_n \cdot \cos \alpha_n [(Z' - 0,5) \pi + Z(\operatorname{tg} \alpha_t - \alpha_t)] = 5 \cdot \cos 20^\circ [(2 - 0,5) \cdot 3,14 + 12 \cdot 0,019\ 908\ 2] = 5 \cdot 0,939\ 692\ 6 \cdot [(2 - 0,5) \cdot 3,14 + 12 \cdot 0,019\ 908\ 2] = 23,25 \text{ mm}$$

5) verifica della possibilità di eseguire il controllo

$$b > W_t \cdot \operatorname{sen} \beta \quad \text{da cui: } 30 > 23,25 \cdot \operatorname{sen} 25^\circ \quad \text{da cui } 30 > 23,25 \cdot 0,422\ 618\ 2$$

$$\text{da cui } 30 > 9,826$$

6) determinazione degli scostamenti tollerati

$$W_{\max} = W_t - (g/2) + t = 23,25 - (0,1/2) + 0,02 = 23,25 - 0,05 + 0,02 = 23,22 \text{ mm}$$

$$W_{\min} = W_t - (g/2) - t = 23,25 - (0,1/2) - 0,02 = 23,25 - 0,05 - 0,02 = 23,18 \text{ mm}$$

Effettuata la misurazione pratica, il valore deve essere compreso nei limiti sopra calcolati.

### Metodo semplificato

- 1) calcolo della funzione  $(\operatorname{tg} \alpha_n - \alpha_n)$

$$(\operatorname{tg} \alpha_n - \alpha_n) = [\operatorname{tg} 20^\circ - (3,14 \cdot 20^\circ / 180)] = 0,363\,970\,2 - 0,348\,888\,8 = 0,015\,081\,5$$

- 2) calcolo della costante K

$$K = (\operatorname{tg} \alpha_t - \alpha_t) / (\operatorname{tg} \alpha_n - \alpha_n) = 0,019\,908\,2 / 0,015\,081\,5 = 1,320\,041\,1$$

- 3) calcolo del numero di denti fittizio:

$$Z_i = K \cdot Z = 1,320\,041\,1 \cdot 12 = 15,840 \approx 16$$

- 4) determinazione della costante C

Dalla tabella si ricava  $C = 4,652\,3$

- 5) determinazione della corda primitiva teorica (scartamento)  $W_t$

$$W_t = m_n \cdot C = 5 \cdot 4,652\,3 = 23,26\text{ mm}$$

- 6) determinazione degli scostamenti tollerati

$$W_{\max} = W_t - (g/2) + t = 23,25 - (0,1/2) + 0,02 = 23,25 - 0,05 + 0,02 = 23,22\text{ mm}$$

$$W_{\min} = W_t - (g/2) - t = 23,25 - (0,1/2) - 0,02 = 23,25 - 0,05 - 0,02 = 23,18\text{ mm}$$

Effettuata la misurazione pratica, il valore deve essere compreso nei limiti sopra calcolati.