

Creatori a più principi

Si è già accennato al fatto che questo particolare tipo di creatore, che trova largo impiego nella produzione di ingranaggi, è paragonabile ad una vite a più filetti e quindi la prima osservazione che bisogna fare è che a parità di numero di giri al minuto del creatore, l'ingranaggio avrà una velocità angolare maggiore, cioè doppia nel caso di un creatore a due principi, tripla nel caso di un creatore a tre principi e così via.

In altre parole per ogni giro del creatore il pezzo ruoterà di un angolo corrispondente a tanti denti quanti sono i filetti.

Questo significa che se le condizioni di taglio sono le stesse, il tempo necessario per tagliare l'ingranaggio con un creatore a due principi sarà la metà rispetto al caso di un creatore ad un principio.

Purtroppo però le cose non sono così lineari come si è appena detto.

Per fissare le idee, prendiamo come esempio un creatore a due principi. Esso durante un giro, taglierà due denti dell'ingranaggio, ciò significa che sarà sollecitato in maniera doppia rispetto ad un creatore ad un principio, e ciò si capisce subito se si pensa che il volume del truciolo asportato in un giro del creatore è doppio.

In definitiva l'avanzamento per giro pezzo f_a non potrà essere lo stesso di quello che si sarebbe adottato nel caso di un creatore ad un principio, ma dovrà essere minore. In ogni caso però il suo valore sarà tale da consentire una considerevole riduzione del tempo di dentatura, specie se si aumenta il numero dei taglienti.

Non c'è solo questo aspetto che bisogna tener presente, infatti, dal fatto che a formare un dente concorrono solo la metà dei taglienti, deriva che il profilo del dente è *inviluppato* da metà rette e quindi si approssima meno al profilo teorico. In altre parole il profilo è meno preciso.

Con riferimento alla figura N°1 e detto f' il numero delle rette che inviluppano il profilo del dente dell'ingranaggio, si ha:

$$f' = \frac{e \cdot i}{t_g \cdot f} \quad \text{dove:}$$

e = lunghezza della linea di ingranamento

t_g = passo di base

i = numero dei solchi di affilatura

f = numero dei principi del creatore

d_k = diametro esterno dell'ingranaggio

d_f = diametro interno della dentatura

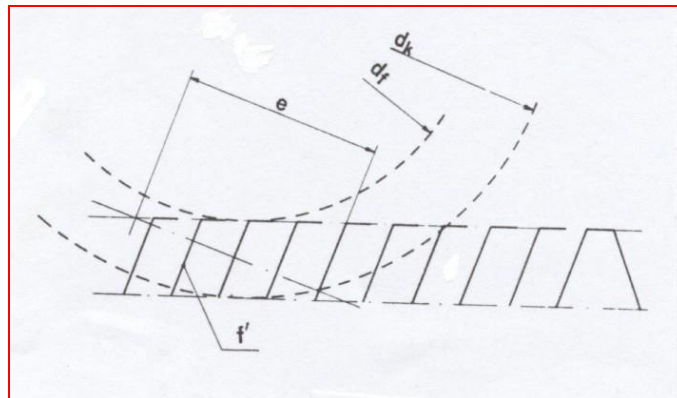


Figura N°1

Una conseguenza di ciò è che i creatori a più principi è meglio che abbiano un numero di scanalature (solchi di affilatura) maggiore.
 I creatori a più principi, oltre all'errore di divisione tra un principio e l'altro, che a prima vista potrebbe sembrare il solo che ne limita la precisione, hanno un maggiore errore tra due denti consecutivi provocato dall'errore di andamento ciclico (vedere la figura N°2).

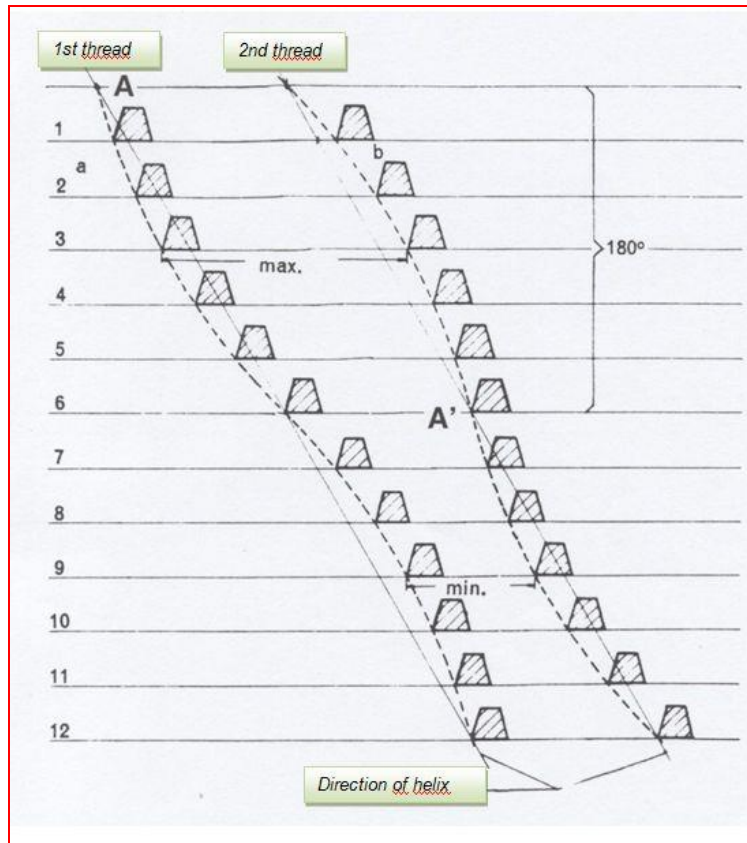


Figura N°2

In questa figura è illustrato il caso di un creatore a 2 principi con 12 taglienti. Immaginiamo di sviluppare il cilindro primitivo su un piano. La sezione dei denti apparirà appunto come in figura N°2.

Se durante l'operazione di rettifica del primo filetto l'errore che si ottiene, (dovuto agli errori della macchina), è quello indicato dalla linea tratteggiata (a), anche nella rettifica del secondo filetto (b) si avrà lo stesso andamento di errore.

Poiché nella rettifica del secondo filetto, il creatore è ruotato di 180° a macchina ferma, cioè, la mola che si trovava nel punto A a contatto con il primo filetto, dopo la rotazione si troverà a contatto con il 6° dente del secondo filetto, punto A', gli errori di andamento ciclico verranno a trovarsi sfasati di 180° rispetto a quelli del primo filetto e quindi, come risulta chiaramente dalla figura, l'errore di passo viene amplificato.

Quanto sopra però è un problema del tutto superato se si rettifica il profilo con le macchine a Controllo Numerico. Infatti, l'errore di divisione tra un filetto e l'altro e l'errore di andamento ciclico, sono talmente ridotti che non costituiscono più un problema.

Da notare piuttosto che nel caso di creatori con un numero di principi pari si hanno maggiori errori di profilo generati dall'eccentricità di montaggio del creatore in

macchina. Nel caso di numero di principi dispari questo tipo di errore tende a compensarsi e diventare minore.

Per quanto riguarda la divisibilità tra il numero di denti dell'ingranaggio ed il numero di principi del creatore, si possono presentare tre eventualità:

- 1) *Il numero di denti dell'ingranaggio è esattamente divisibile per il numero di principi; il rapporto è un numero intero;*
- 2) *Il numero di denti dell'ingranaggio ed il numero di principi hanno un divisore comune;*
- 3) *Il numero di denti dell'ingranaggio ed il numero di principi sono primi tra loro.*

Nel primo caso si ha che è sempre lo stesso filetto che entra nello stesso vano del dente, per cui un eventuale errore di divisione tra i filetti del creatore genera un errore di passo sull'ingranaggio. Per esempio, nel caso di un creatore a due principi, il primo principio taglia i denti dispari ed il secondo taglia i denti pari.

Nel terzo caso, cioè quando **Z** ed **f** sono primi tra loro, tutti i filetti entrano in tutti i vani dei denti, con il risultato di distribuire gli eventuali errori di divisione tra i filetti, ma con la conseguenza che gli errori di divisione tra i filetti generano un maggiore errore di profilo.

Nel secondo caso infine, ciascun vano è lavorato da un certo gruppo di filetti, e dal punto di vista della distribuzione degli errori si tratta di una situazione intermedia.

In generale, è preferibile che il numero di denti dell'ingranaggio ed il numero di principi siano primi fra loro, perché un eventuale errore di profilo può essere più facilmente eliminato con l'operazione di sbarbatura.

L'impiego delle moderne rettifiche a spogliare a controllo numerico, ha ridotto di molto gli errori di divisione tra i vari filetti ed anche l'errore ciclico è, normalmente, molto basso.

Le considerazioni di cui sopra quindi hanno perso parte della loro importanza anche se non sono del tutto tramontate.

Quando si parlerà della distribuzione degli errori sulla superficie del dente, si vedrà che la precisione del profilo dipende dal numero di taglienti che contribuiscono al taglio di un dente, come si è già detto poco sopra, e che l'errore di elica dipende in maniera preponderante dall'avanzamento per giro pezzo che il creatore ha.

Questo ultimo tipo di errore sull'elica, detto anche solcatura d'avanzamento è molto maggiore di quello sul profilo e, nei creatori a più principi, tende a ridursi a causa del minor avanzamento per giro pezzo adottato.

In alcuni casi si è portato al limite il concetto di aumentare il numero di principi riducendo in maniera quasi proporzionale l'avanzamento per giro.

In questo modo si ottiene un ingranaggio con errori di elica molto contenuti e se si fa in modo di distribuire questi errori in modo opportuno, anche gli errori sul profilo risulteranno bassi.

La condizione essenziale per poter attuare ciò è di disporre di una dentatrice che possa sopportare velocità della tavola portapezzo molto elevate, anche 2 - 3 volte più veloci del mandrino portacreatore.

Il due esempi seguenti sono molto indicativi.

Tabella N°4 – Esempi di lavorazione con grande numero di principi

	<i>Esempio N°1</i>	<i>Esempio N°2</i>
<i>Diametro del creatore (mm)</i>	101	100
<i>Modulo (mm)</i>	2,5	2,5
<i>N° di taglienti</i>	35	38

<i>N° di principi</i>	16	15
<i>N° di denti dell'ingranaggio</i>	7	5
<i>N° di giri del creatore (giri/min)</i>	347	318
<i>Velocità di taglio</i>	110	100
<i>N° di giri del pezzo</i>	793	954
<i>Avanzamento (mm/giro pezzo)</i>	0,3	0,3
<i>Avanzamento (mm/min)</i>	327,9	286,2

La velocità di avanzamento (mm/min) è equivalente a quella che si sarebbe ottenuta con un creatore ad 1 principio ed un avanzamento per giro rispettivamente di 4,8 e 4,5 mm/giro pezzo, con il vantaggio però di avere una solcatura di avanzamento di profondità estremamente ridotta, tanto che il pezzo non ha bisogno di altre operazioni di finitura.

Da notare che il numero di principi, nel secondo esempio, è divisibile per il numero di denti. Ciò non è particolarmente significativo, vuole solo dire che ogni dente dell'ingranaggio è tagliato da tre principi e sempre da quelli.