

Gli utensili per la lavorazione singola dei vani tra dente e dente

UN SOFTWARE PER CALCOLO DEGLI UTENSILI IMPIEGATI NELLA LAVORAZIONE SINGOLA DEI VANI TRA DENTE E DENTE

La lavorazione di ruote dentate di grosse dimensioni, può richiedere utensili per la lavorazione singola dei vani tra dente e dente: frese cilindriche per il taglio e mole sagomate per la rettifica. Mentre per le dentature diritte, la sagoma dell'utensile ha la forma della sezione trasversale del vano dente; per le ruote elicoidali, la sagoma differisce sempre più da questa forma, man mano che aumenta l'angolo dell'elica. L'immagine in figura 1 a destra, rappresenta l'impronta del contatto, di una mola del diametro di 350 mm, sul fianco del dente di una ruota dentata esterna (Z=17, modulo = 20 mm, elica Dx 30°), con profilo modificato.

Sagoma della mola

La sagoma della mola è stata determinata, con l'ausilio di un software sviluppato dall'autore, in collaborazione con un esperto ingranagista e conoscitore del problema qui

trattato. Il software in questione implementa un algoritmo riportato sul "Traité théorique et pratique des engrenages" Vol.2 di G.Henriot e per quanto attiene le ruote a dentatura esterna, calcola la sagoma dell'utensile anche per le correzioni del profilo, chiamate "Tip relief", introdotte per compensare la flessione dei denti sotto carico, ed evitare l'urto, all'inizio di un nuovo ingranamento.

Geometria della dentatura

L'interfaccia riportata in figura 2 oltre a permettere l'immissione dei dati geometrici della dentatura (figura 3), offre la possibilità di scegliere tra due configurazioni alla sommità del dente e quattro alla sua radice, come illustrato nella figura 4. È possibile accettare i dati proposti secondo DIN 3960 oppure effettuare inserimenti propri, e una volta effettuate le opportune scelte, la procedura propone il grafico in

figura 5, il quale evidenzia la sagoma della parte utile dell'utensile, nel quale possiamo distinguere: l'asse di simmetria in corrispondenza dal vano dente da rettificare; un arco in linea tratteggiata che rappresenta il Diametro esterno (De) della dentatura; mentre l'arco in linea continua costituisce l'immagine del Diametro di base (Db) dell'evolvente.

Profilo dell'utensile

A questo punto si può accedere alla seconda pagina della procedura (figura 6), nella quale sono riportati i risultati del calcolo, sotto forma delle coordinate cartesiane dei pun-

Fig. 1 - Contatto a "virgola" tra mola e fianco vano dente

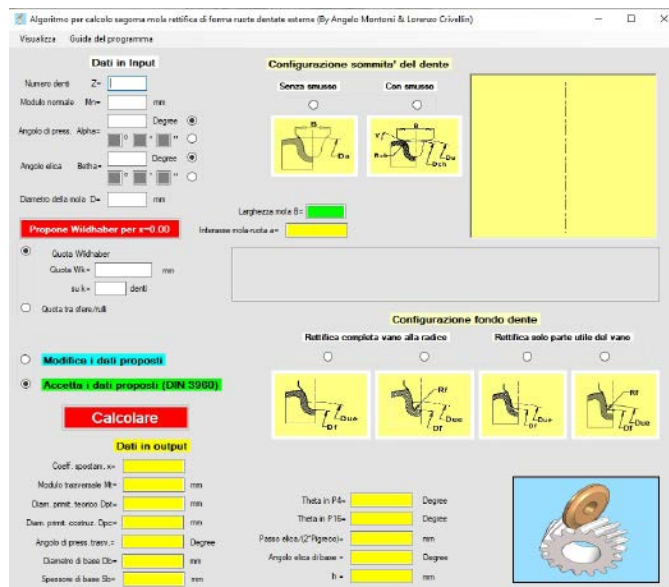
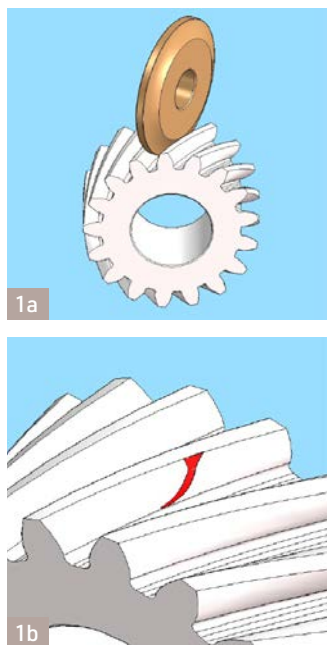


Fig. 2 - Pagina di apertura del software

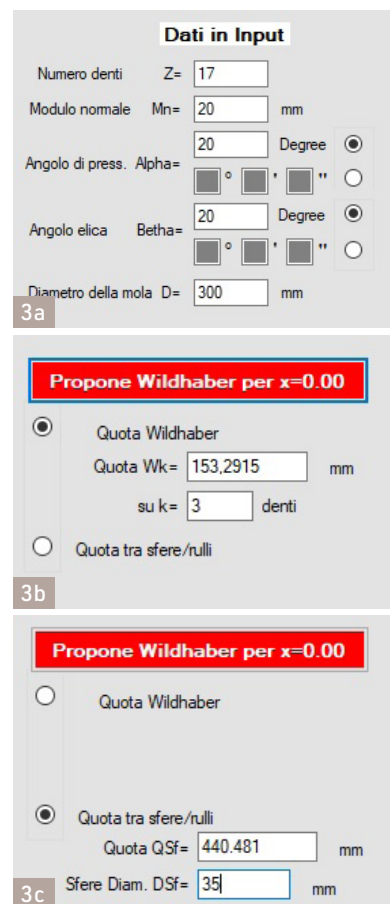


Fig. 3 - Sezione di immissione dei dati geometrici

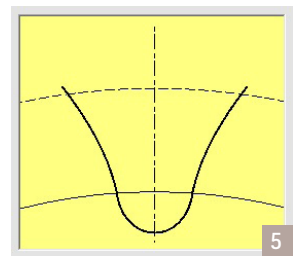
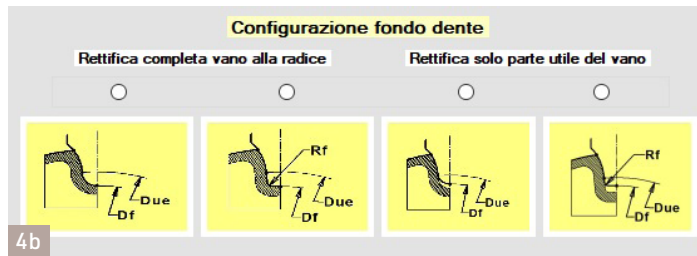
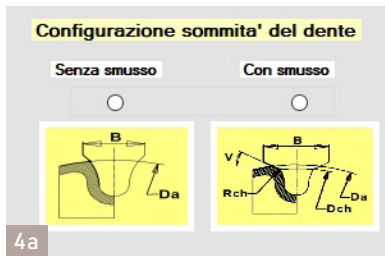


Fig. 4 - Scelta delle configurazioni alla sommità ed al fondo del dente

Fig. 5 - Grafico sagoma utensile

Punto	X	Y	Da	Dch	Rch	Df	Due	Rf
P18	28,8624	104,2371	388,8236	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P15	26,8757	106,9197	361,2635	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P14	24,8629	109,5136	335,3613	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P12	21,1627	112,1408	300,3612	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P12	21,4804	114,7825	291,2450	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P11	19,8787	117,4389	278,0285	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P10	18,3008	120,1141	271,0092	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P9	16,8681	122,8112	261,4104	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P8	15,7088	125,5229	261,1707	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P7	14,8438	128,2817	260,7671	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P6	13,5002	131,0794	260,6100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P5	12,6004	133,9821	260,6142	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
P4	11,8039	137,0928	259,9922	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fig. 7 - Sezione per introdurre modifiche al profilo

Fig. 6 - Pagina dei risultati e per introduzione modifiche al profilo

ti significativi, che caratterizzano il profilo dell'utensile. Il tratto utile del profilo è costituito da una b-spline, passante per 12 di questi punti significativi, le cui coordinate in mm, sono calcolate con precisione, fino alla quarta cifra decimale. In questa seconda pagina troviamo gli strumenti per introdurre nel calcolo, le eventuali modifiche al profilo del dente, come meglio possiamo vedere nella figura 7.

Modifiche al profilo

Questa sezione, permette l'input dei dati relativi alle modifiche da effettuare al profilo:

- il diametro sul quale inizia la correzione;
- il diametro sul quale termina e l'entità della stessa, misurata normalmente al profilo.

Tutto questo per modifiche alla sommità del dente oppure in prossimità del fondo. L'algoritmo implementato introduce un andamen-

to parabolico sulla correzione nei punti intermedi tra l'inizio e il termine della correzione, per ottenere un passaggio dolce, tra le zone con evolvente teorico e quelle interessate dalla correzione. L'output della procedura di calcolo (figura 8), oltre che essere visibile a schermo del PC, può essere memorizzato in un file di report in formato (.txt) accessibile con un qualsiasi Editor di testo (ad esempio: Blocco note di Windows) ed anche nel formato grafico (.dxf), il quale può essere letto dai programmi CAD e CAM, per generare il profilo dell'utensile (fresa o mola). La procedura qui illustrata per le ruote dentate a dentatura esterna è disponibile anche per le corone a dentatura interna. Nella versione per le ruote interne non è però presente la sezione per le modifiche al profilo, perché si è ritenuto che l'eventuale modifica, ad esempio nel caso di un rotismo epicicloidale, sia da introdurre sui satelliti a dentatura esterna.

Report di dati tecnici:

```

DATI DI DEFINIZIONE
Coeff. di spostam. apparente      x = 0
Interasse mola - ruota           a = 355,9401 mm
Modulo trasversale               M = 21,0166 mm
Diametro primitivo teorico       Dpt = 461,8802 mm
Diametro primit. costruzione     Dpc = 461,8801 mm
Angolo di pressione trasversale Alpha_T = 23,795877 ° (Degree)
Diametro di base                 Db = 425,8032 mm
Spessore di base                 Sb = 23,8988 mm
Raggio mola/(2*P)Pignone        L = 480 mm
Angolo elic. di base             Delta_0 = 20,924221 ° (Degree)

DATI GEOMETRICI PROFILO MOLA
Fondo vano dente:
Punto P1 X = 0,0000 mm - Y = 150 mm
Senilassi del raccordo ellittico:
Senilax Aa = 10,2955 mm - Senilax Ba = 5,8263 mm
Punti sull'evolvente:
Punto P4 X = 10,2461 mm - Y = 166,7553 mm
Punto P5 X = 10,927 mm - Y = 168,3848 mm
Punto P6 X = 12,6322 mm - Y = 137,241 mm
Punto P7 X = 12,465 mm - Y = 134,1873 mm
Punto P8 X = 13,489 mm - Y = 131,3046 mm
Punto P9 X = 14,4145 mm - Y = 128,5872 mm
Punto P10 X = 15,4922 mm - Y = 125,8635 mm
Punto P11 X = 16,6398 mm - Y = 123,1653 mm
Punto P12 X = 17,8559 mm - Y = 120,4799 mm
Punto P13 X = 19,1393 mm - Y = 117,8094 mm
Punto P14 X = 20,5268 mm - Y = 115,1688 mm
Punto P15 X = 22,0676 mm - Y = 112,5238 mm
Punto P16 X = 23,7638 mm - Y = 109,9001 mm
Punti sullo smusso alla sommità del dente:
Punto P17 X = 24,4267 mm - Y = 109,9701 mm
Punto P18 X = 29,0006 mm - Y = 104,3029 mm
Raggio di raccordo Rch = 5 mm
  
```

Fig. 8 - Output (Report.txt - e.dxf)