

## RHFAUT DEL SISTEMA RHF VERSIONE 10

*Attenzione: i file d'archivio da 1 a 5 delle precedenti versioni non sono compatibili con la versione 10. Per rendere compatibili eventuali file precedenti personalizzati, occorre e basta richiamarli da Rhfdati e riscriverli così come sono.*

Il classico sistema Rhf, in uso presso decine di utenti, analizza la resistenza degli ingranaggi paralleli a evolvente o, per chi disponga del programma Icon, di ingranaggi conici tramite dati virtuali. A partire dalla versione 7 il sistema basato su Rhf.exe è tradotto anche nel potente programma **Rhfaut** automatizzato, che utilizza archivi di "fattori" Iso e Agma predisposti dal programma **Rhfdati**.

Nelle versioni successive alla 7 è stata aggiunta la possibilità di personalizzare alcuni fattori Iso, aumentando quella versatilità d'impiego che gli utenti già conoscevano dall'impiego del sistema base Rhf. La versione 10 è aggiornata alla 2<sup>a</sup> edizione 2006 della norma Iso 6336. Per alcuni dettagli si veda "Note.pdf".

Il concetto del sistema Rhfaut nasce dalla constatazione che in un'azienda raramente si adottano più di quattro o cinque soluzioni costruttive e progettuali per gli ingranaggi. I file per cinque combinazioni tipiche di materiali e lavorazioni sono già in default e si possono usare tali e quali in molti casi, ma possono essere personalizzate con Rhfdati e archiviate, fino a un massimo di altri 20 file.

Si risparmia così una grande quantità d'input ripetitivi, inoltre si stabilisce una routine aziendale che assicura la coerenza di valutazione tra diversi progetti. Tuttavia basta un click per chiamare Rhfdati anche automaticamente da Rhfaut, se condizioni particolari di progetto rendano opportuni riscontri o modifiche dei fattori di calcolo, anche senza riarchiviarli. Ad esempio, forte elasticità degli alberi, o al contrario buona rigidezza, potranno consigliare, lì per lì, aumento o diminuzione del fattore di distribuzione del carico. Così pure il comando "opzioni Iso" permette di personalizzare fattori non archiviabili, in quanto dipendenti dall'ingranaggio in esame e dalle prestazioni richieste.

Nell'uso di Rhfaut occorrono, e molto spesso bastano, tre cose:

- 1) chiamare dati geometrici generati dal software Ipar o da Icon (virtuali)
- 2) introdurre i dati richiesti di carico e velocità
- 3) click sulla combinazione voluta di materiali e di fattori Iso e Agma.

Altri click e input, semplificati al massimo, adattano il calcolo a situazioni particolari: carico bidirezionale, azionamenti multipli o alterni, uso di particolari utensili se già analizzati in Ipar-Idis. In mancanza, il programma assume automaticamente ipotesi di utensili compatibili con i dati geometrici, ed è pronto istantaneamente per le versioni Iso o Agma a piacere.

Rhfaut viene incontro anche a chi non sia per nulla esperto dei calcoli di resistenza a norma, offrendo in video dati sintetici di resistenza e durata immediatamente comprensibili da chiunque. La stampa in italiano o in inglese dà invece completa documentazione dei parametri, coefficienti o fattori, introdotti o elaborati nel calcolo. E' identica a quella che si ottiene dalla versione classica di Rhf. Ogni parametro ha la propria completa definizione, ma per la comprensione del significato è utile consultare il Manuale degli Ingranaggi, v. bibliografia.

In Rhf sono offerte varie opzioni d'input. L'esperienza ha mostrato quali sono scelte di solito, e in Rhfaut sono automatizzate. Tali scelte sono citate nel file "Note.pdf" e risultano comunque negli stampati.

Gli elaborati di Rhfaut si possono "stampare" direttamente in files "- - -.pdf" mediante **Acrobat® (Adobe®)**, preselezionando "Adobe PDF" quale "stampante". Acrobat propone uno per uno i fogli, a cui si daranno cifre progressive. Con le prerogative di Acrobat, dalla prima pagina, aggiungendo i "documenti" successivi, si ottiene un file unico. Che permette l'inoltro ad altri computer e l'eventuale stampa su carta.

Rhfaut è gestito da Windows dal W.95 in poi.

La variante Rhfaut\_m permette di calcolare carichi, in proporzione a quelli introdotti, tali da condurre a durate prestabilite per pignone o ruota, superficie o piede. E' utile specie in caso di forti carichi in resistenza a tempo, si vedano esempi nell'articolo "Una singolare modellazione" citato in bibliografia.

La **versione "demo" di Rhfaut** è in grado di chiamare i 3 file geometrici di lpar demo, che debbono trovarsi nella cartella C:\lparwd.

La **versione reale** comprende anche il sistema Rhf base, chiamato dal file Rhf.exe, nella versione 10 che usa gli stessi programmi di stampa di Rhfaut. Ampie informazioni di gestione e di concetto sono date nel file "Note.pdf". Ivi sono menzionate anche alcune opzioni adottate automaticamente in Rhfaut.

I programmi sono stati collaudati in ogni loro parte. Tuttavia, come d'uso, non si assume alcuna responsabilità per qualunque inconveniente dovesse derivare dal loro impiego.

## SIMBOLI E METODI

I simboli dei parametri geometrici, di carico, di sovraccarico, di resistenza al pitting e di resistenza alla rottura non si riportano qui perché sono sistematicamente affiancati dalle loro definizioni.

Le sigle seguenti riguardano i diversi ambiti degli stampati:

RHF-I : verifiche su base Iso.

RHF-A : verifiche su base Agma.

RH : resistenza a pressione di Hertz.

RHI : idem su base Iso.

RHA : idem su base Agma.

RF : resistenza del dente a rottura.

RFI : idem su base Iso.

RFA : idem su base Agma.

Nell'output si può optare, basta un click, per le versioni "G.H." (Gear Handbook, v. bibliografia) su base Iso o Agma, ove sono adottate alcune varianti dell'autore rispetto alla lettera delle norme. Nel complesso, per la resistenza al pitting le varianti danno risultati più ottimistici per i denti diritti su base Iso, riportando il calcolo alle stesure originarie della norma, in accordo con l'esperienza industriale. Danno al contrario generalmente risultati più prudenti per i denti elicoidali su base Iso e Agma, rinunciando a certi assunti delle norme che, a parere dell'autore, non sono in accordo con l'esperienza, né industriale né di laboratorio.

Nella stampa, non solo per le varianti G.H. ma anche per le versioni a norma, sono riportati alcuni fattori sintetici definiti nel Manuale degli Ingranaggi, quali VH, VF, GH, AH e altri, al fine di agevolare il confronto tra i diversi metodi. La mancata conoscenza di questi fattori, comunque, non impedisce la comprensione dei risultati di resistenza e durata.

## BIBLIOGRAFIA

- Iso 6336, © 2006, capacità di carico ingranaggi ad assi paralleli.
- Din 3990, © 1987, capacità di carico ingranaggi ad assi paralleli.
- Din 3991, © 1988, capacità di carico ingranaggi conici.
- Ansi/AGMA 2001-C95, © 1995 (sostituisce 218.01/1982 e 2001-B88/1988), capacità di carico ingranaggi ad assi paralleli.
- "La resistenza degli ingranaggi", G.Castellani e V.Zanotti, Tecniche Nuove, Milano, © 1980.
- "Rating Gear Strength", G.Castellani e V.Parenti Castelli, ASME Trans., Journal of Mech. Design, Apr. 1981, pp. 516-527.
- "Rating Gear Life", G.Castellani, Int.I Symposium on Gearing & Power Transmissions, 1981 Tokyo.
- "Computing Gear Misalignment and Setting Up Tooth Thickness Tolerances", G.Castellani e G.Moretti, 6th World Congress on Theory of Machines and Mechanisms, 1983 New Dehli, e rivista Progettare, marzo 1984.
- "Handbook of Practical Gear Design", D.W.Dudley, McGraw-Hill, N.Y., © 1984.
- "Fillet Geometry of Ground Gear-Teeth", G.Castellani e V. Zanotti, 4th Int.I Power Transmission and Gearing Conference, 1984 Cambridge, Massachusetts, paper ASME 84-DET-181, e Organi di Trasmissione, ott. 1986, e Gear Technology, Jan./Febr. 1989.
- "Geometrical and Load Distribution Factors of Pitting Resistance Formulae", G.Castellani, 2ème Congrès Mondial des Engrenages, 1986 Paris, e Organi di Trasmissione, maggio 1986.
- "Improvements in Geometrical Design of Gears with Semitopping", G.Castellani, Proceedings of the 5th Int.I Power Transmission and Gearing Conference, 1989, Chicago, e Organi di Trasmissione, sett. 1989.
- "La normazione delle ruote dentate", G.Castellani, Progettare, maggio 1990.
- "Gears: an Exhaustive Software", G.Castellani, ET Europower Transmission, N°4, Apr. 1991, Tecniche Nuove, Milano, e Organi di Trasmissione, maggio 1991.
- "Gear Power Sharing and Load Distribution Estimates", G.Castellani, ET Europower Transmission, N°5, Oct. 1991, Tecniche Nuove, Milano, e Organi di Trasmissione, 1991.
- "Dudley's Gear Handbook", D.P. Townsend, McGraw-Hill, N.Y., © 1991, Chapter 11, "Load Rating of Gears" by G.Castellani.
- "Il fattore dinamico nelle normative", G. Castellani, Progettare n.156 maggio 1993.
- "RHF: resistenza e durata degli ingranaggi", G. Castellani, Organi di Trasmissione, 1993.
- "Manuale degli Ingranaggi", D.W. Dudley e D.P. Townsend, Tecniche Nuove, Milano, © 1996, versione italiana del Dudley's Gear Handbook, cap.11, "Calcolo della capacità di carico degli ingranaggi" di G. Castellani.
- "Una singolare modellazione", G.Castellani, E.Lanciotti e D.Rosa, Organi di Trasmissione, n.7/2010