

Una smussatrice di classe

Uno dei problemi che per molti anni ha tenuto banco è stato quello della smussatura dei fianchi dei denti delle ruote coniche elicoidali.

Ancora oggi l'eliminazione della bavatura e la smussatura degli ingranaggi di una certa dimensione avviene manualmente, dente per dente, con tempi elevati e con risultati che sono delegati alla bravura dell'operatore.

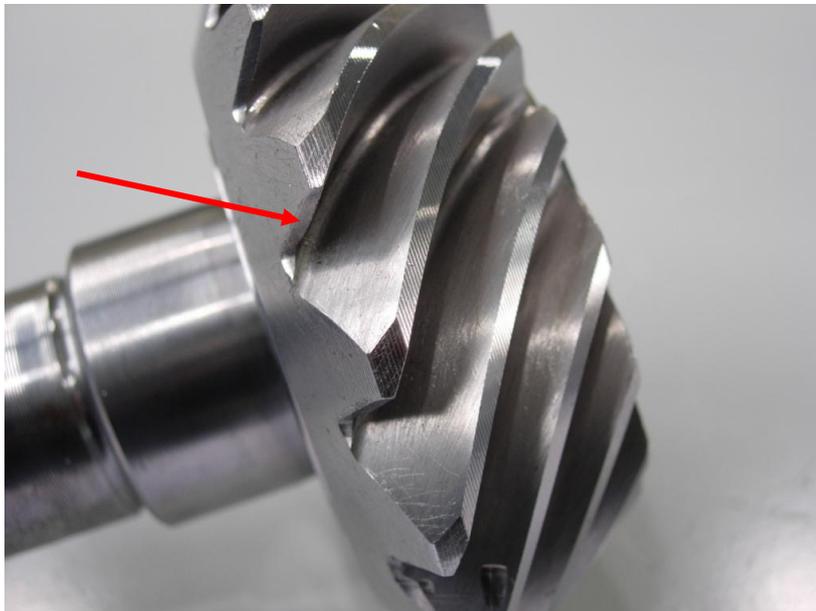


Fig. N°1- Smusso evidenziato sullo spigolo acuto di un ingranaggio conico

Nella figura N°1 è appunto evidenziato un esempio di sbavatura e smussatura dello spigolo acuto su un ingranaggio conico eseguito con la macchina che verrà descritta in questo articolo e che naturalmente è di qualità superiore dei corrispondenti smussi eseguiti manualmente.

Il problema sugli ingranaggi cilindrici è concettualmente più semplice ed è stato risolto brillantemente per le produzioni di grande serie con gli utensili che lavorano per compressione, ma se l'ingranaggio cilindrico è di grande diametro o di grande modulo questo metodo non è più attuabile ed allora si opta per l'uso di una mola a disco sottile che percorre lo spigolo da smussare. Soluzione poco costosa ma con risultati qualitativi piuttosto scarsi a causa dell'incostanza delle dimensioni e delle inclinazioni degli smussi ottenuti.

La FIMAT (Cascine Vica – Torino) ha già da tempo risolto brillantemente il problema della smussatura di ingranaggi e di altri componenti con una macchina di alta tecnologia.

L'attività di questa azienda è rivolta principalmente alla progettazione e realizzazione di:

- ✓ Macchine per la rullatura di alberi scanalati e filettature con cremagliere piane (tipo Roto-Flo).
- ✓ Fresatrici e fresatrici/intestatrici a CNC.
- ✓ Rettifiche speciali CNC.
- ✓ Smussatrici CNC per ingranaggi cilindrici e conici.
- ✓ Revisione, modifica, riattrezzamento e up-grading di macchine utensili, in particolare di rettificatrici per il settore automotive, rullatrici Roto-Flo, dentatrici, rasatrici, spuntatrici e macchine speciali.

Oggi presenta sul mercato una nuova smussatrice mod. KEM 503, che è un'evoluzione della precedente KEM 502 che ha avuto un notevole successo tutto il mondo. Essa è costruita su licenza della PROFILATOR-WERA (Wuppertal- Germania).

Parlare di smussatrice è in effetti un po' riduttivo, in quanto si tratta di un vero e proprio centro di lavoro, molto flessibile grazie ai suoi 6 assi gestiti da un potente controllo numerico Sinumerik 840 D.

Ma entriamo un po' in dettaglio sulle caratteristiche salienti di questa macchina.

Bisogna intanto precisare che la smussatrice KEM 503 è adatta alla lavorazione di piccole e medie serie e per una grande varietà di pezzi, infatti la possibilità di interpolazione dei suoi 6 assi, fa sì che l'utensile può seguire qualsiasi profilo del pezzo con estrema precisione e rapidità.

Pur essendo nata per smussare ingranaggi la macchina, però, si presta bene anche per la sbavatura e smussatura di profili diversi e contorni vari in cui sono richiesti smussi precisi e ben definiti.

Le caratteristiche più qualificanti di questa macchina sono l'estrema facilità del set-up, grazie alla gestione con il controllo numerico di tutti i movimenti e la regolarità dello smusso eseguito.

I profili da smussare, cioè le traiettorie che deve percorrere l'utensile, vengono stabilite con un processo denominato *Teach-in*, che consiste in pratica nell'accostare l'utensile o un apposito tastatore, in un certo numero di punti del contorno da smussare. Il profilo viene così acquisito e memorizzato dal controllo numerico che guiderà poi il movimento dell'utensile.

Il numero di punti toccati dal tastatore può essere scelto da uno a cento in base alla complessità ed alla lunghezza del profilo ed all'accuratezza desiderata. Per dare un'idea di massima, nel caso di uno smusso di un angolo acuto di un dente conico di modulo 4 o 5 mm sono sufficienti 4 o 5 punti. In questo specifico caso la macchina memorizza, oltre il profilo del dente anche i diametri ed è sufficiente inserire il numero di denti per avere in memoria i dati necessari.

Naturalmente i profili da smussare e quindi le traiettorie degli utensile possono essere importate dal sistema CAD/CAM evitando la procedura di acquisizione del profilo per punti.

Questi dati, necessari sia per il set-up che per la lavorazione, restano memorizzati e vengono richiamati, con la semplice digitazione di un codice, tutte le volte che si vuole lavorare quello specifico ingranaggio.

Naturalmente la memoria ha una capacità praticamente illimitata e può contenere con facilità i dati di tutti i pezzi normalmente lavorati in uno stabilimento.

Una volta richiamato il programma, la macchina si posizionerà automaticamente, cioè senza intervento manuale, ed inizierà a lavorare.

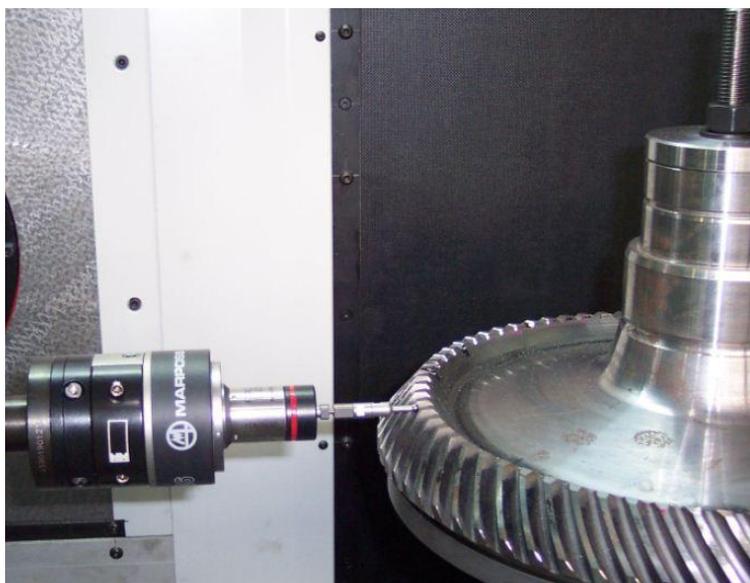


Fig. N°2- *Acquisizione del profilo da smussare*

La fasatura del pezzo viene eseguita in due momenti:

1)- *Pre-fasatura*: tramite un sensore di prossimità viene acquisita la posizione di un vano della dentatura.

2)- *Fasatura finale*: tramite un tastatore di precisione vengono rilevati i fianchi di due denti consecutivi e viene calcolata la fasatura finale della dentatura.

Dopo la fasatura la macchina, con lo stesso tastatore precedente, cerca un riferimento verticale in modo da determinare se ci sono variazioni di altezza sul pezzo per poterlo lavorare sempre nella stessa posizione compensando le eventuali variazioni rispetto il riferimento.

Una volta che il pezzo è stato fasato e riferito verticalmente, la macchina, sapendo il numero di denti, calcola il passo e procede a lavorare dente per dente secondo il profilo impostato.

La smussatrice KEM 503, grazie alla sua versatilità, può essere completata da varie altre funzioni, come per esempio il cambio automatico dell'utensile, l'eventuale spazzolatura della parte lavorata o all'interno della zona di lavoro o in una stazione separata, sistema di carico e scarico automatici con caricatori a portale

In genere, per il cambio formato, cioè per cambiare il tipo di ingranaggio da lavorare, sono sufficienti dai 15 ai 30 minuti in relazione alla necessità di cambiare o meno il sistema di bloccaggio del pezzo. Ma se i pezzi sono simili, come per esempio due ingranaggi che differiscano solo per il numero di denti il tempo di cambio formato si riduce a pochi secondi.

Come si è già accennato questa macchina non è destinata a lavorazioni di grande serie tipiche dell'industria automobilistica, è più indicata per lavorazioni di ingranaggi di una certa dimensione con lotti minimi che possono essere di circa 50 - 100 pezzi.

Evidentemente la macchina sarà meglio utilizzata se i lotti sono maggiori.

Il tempo ciclo dipende evidentemente dal tipo di ingranaggio che si vuole smussare, principalmente dal suo diametro, dal modulo, dal numero di denti e dal fatto se si vuole smussare solo l'angolo acuto o anche quello ottuso dei denti.

A titolo indicativo si può dire che una corona conica di diametro circa 150-200 mm può essere smussata in circa 1 minuto, cioè in un tempo sicuramente inferiore al tempo di dentatura della corona stessa.

La macchina è molto compatta, con basamento di grande rigidità e concepito per uno scarico facile del truciolo, le guide sono rettificate e in grado di garantire un moto regolare e senza vibrazioni.

Questo lo si capisce anche dal peso della macchina che è appunto di 4.500 Kg, cioè una massiccia macchina utensile che come robustezza non ha nulla da invidiare ad una dentatrice a creatore, per esempio.

La zona di lavoro è completamente chiusa ma accessibile con un paranco per il carico di pezzi particolarmente pesanti.

I movimenti sono dati da motori brushless della Siemens attraverso viti a circolazione di sfere e sono controllati da righe ottiche Heidenhain e gestione a *loop chiuso*.

Un altro grande vantaggio è che la macchina usa un utensile standard, che è una semplice fresa a dito, cilindrica o conica, in acciaio superrapido. Dai dati in possesso della FIMAT una fresa di questo tipo può lavorare fino a 3.000 pezzi di medie dimensioni prima di essere affilata, quindi il costo dell'utensileria è praticamente trascurabile.

L'utensile è montato su un elettromandrino che può raggiungere i 24.000 giri/min e la cui velocità di rotazione è gestita dal CNC (6° asse B).

La macchina può essere attrezzata con un magazzino utensili rotante a 10 postazioni. Il magazzino è separato dalla zona di lavoro da un riparo mobile che si apre durante il cambio utensile.

Il ciclo di lavorazione in genere prevede la lavorazione discontinua dente per dente, specie se si devono smussare solo gli spigoli acuti degli ingranaggi conici, ma è anche possibile adottare un ciclo di lavorazione in continuo in cui il movimento dell'utensile e la rotazione del pezzo sono interpolati grazie alla gestione del CNC Siemens Sinumerik 840D.

Come si è detto la macchina ha 5 assi CN principali più un sesto che regola la velocità di rotazione dell'elettromandrino, essi sono rappresentati in figura N°3 e come si può osservare permettono il posizionamento dell'utensile in ogni punto dello spazio compreso nel *range* delle corse, inoltre la possibilità di interpolare i vari assi tra loro permette all'utensile di percorrere traiettorie anche molto complesse.

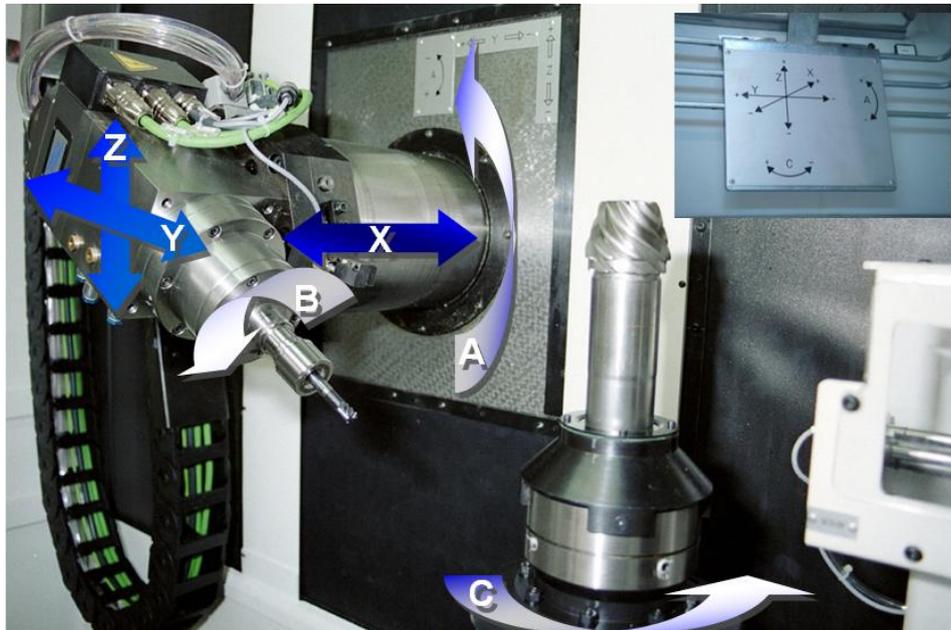


Fig. N°3 –Schema assi gestiti dal CN sulla smussatrice KEM 503

- asse A : posizionamento angolare della testa che porta l'elettromandrino
- asse C : rotazione della testa portapezzo
- asse X : movimento assiale della testa che porta l'elettromandrino
- asse Y : movimento assiale della testa portautensile
- asse Z : movimento verticale della testa portautensile
- Asse B: rotazione del mandrino

Nella tabella N°1 sono riepilogati i dati tecnici della macchina di cui si è parlato.

Tab.N°1- Caratteristiche tecniche della smussatrice FIMAT KEM 503

<i>Diametro massimo pezzo (versione standard)</i>	640 mm
<i>Diametro pezzo massimo (versione maggiorata)</i>	670 mm
<i>Altezza pezzo massima</i>	300 mm
<i>Modulo massimo</i>	Senza limite
<i>Alimentazione elettrica</i>	400 V – 50 Hz
<i>Potenza installata</i>	42 Kw
<i>Asse C: rotazione pezzo (versione leggera)</i>	135 Nm – rotazione 360°
<i>Asse C: rotazione pezzo (versione pesante)</i>	249 Nm – rotazione 360°
<i>Asse X: Slitta utensile trasversale</i>	7,6 Nm – corsa 215 mm
<i>Asse Y: Slitta utensile orizzontale</i>	7,6 Nm – corsa 700 mm
<i>Asse Z: Slitta utensile verticale</i>	7,6 Nm – corsa 420 mm
<i>Asse A: inclinazione utensile</i>	135 Nm – da 0° a 145°
<i>Asse F: elettromandrino</i>	15 Kw – 24.000 giri/min
<i>Alimentazione pneumatica</i>	6 bar
<i>Lubrificazione</i>	permanente
<i>Bloccaggio pezzo</i>	Pneumatico - meccanico
<i>Bloccaggio utensili</i>	automatico
<i>Dimensioni ingombro</i>	2000 x 3100 x 2700
<i>Peso</i>	4.500 Kg

Per i movimenti lineari (assi X, Y, Z) si usano i moderni motori Siemens 1FT7, mentre per i movimenti rotativi (assi A, C) vengono montati motori Torque Technai diretti.

Infine l'asse B è costituito da un elettromandrino OMLAT appositamente progettato per FIMAT con encoder ad alta precisione e connettore per cambio rapido.

Come si è già accennato la macchina KEM 503 non esegue solo operazioni di smussatura, ma grazie ai numerosi assi gestiti dal CN, al magazzino utensili e alla dotazione di speciali software può eseguire anche altre operazioni che sono tipiche di un centro di lavoro, come per esempio la

spazzolatura per togliere le bavature residue, la spuntatura dei denti su ingranaggi e su manicotti di sincronizzazione, arrotondatura dei denti, forature libere o a matrice, fresature anche programmabili con i soli codici ISO.

In particolare la spazzolatura, di cui si vede un esempio nella figura N°4, può essere eseguita sia all'interno della macchina sia su una stazione esterna, secondo le esigenze del cliente.

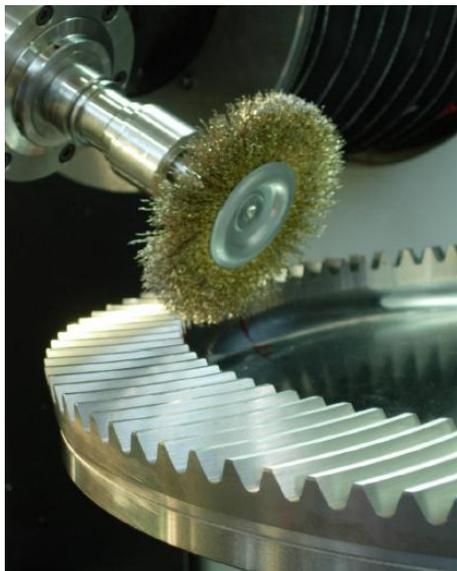


Figura N°4- Esempio di stazione di spazzolatura

Il sistema di caricamento può essere manuale, automatico con portale o con robot o tramite paranco per pezzi di peso rilevante.

Infine due parole sui software.

Rispetto al modello precedente la macchina è stata dotata di un'interfaccia FIMAT più intuitiva e più semplice da usare.

E' stata resa possibile l'importazione di profili di lavorazione da files XLSO e CSV.

Si ha inoltre la compensazione automatica dell'eccentricità sul piano XY, la possibilità di fresature con 5 assi interpolati ed il servizio di telediagnosi Siemens RCS Host.

