

ALLA ROLLS ROYCE

L'appetito vien mangiando

Da una semplice operazione a una serie di lavorazioni complesse riunite in una sola macchina utensile.

L'esperienza di Makino ha permesso all'industria britannica di migliorare efficienza e competitività dell'azienda in misura molto superiore alle proprie attese.

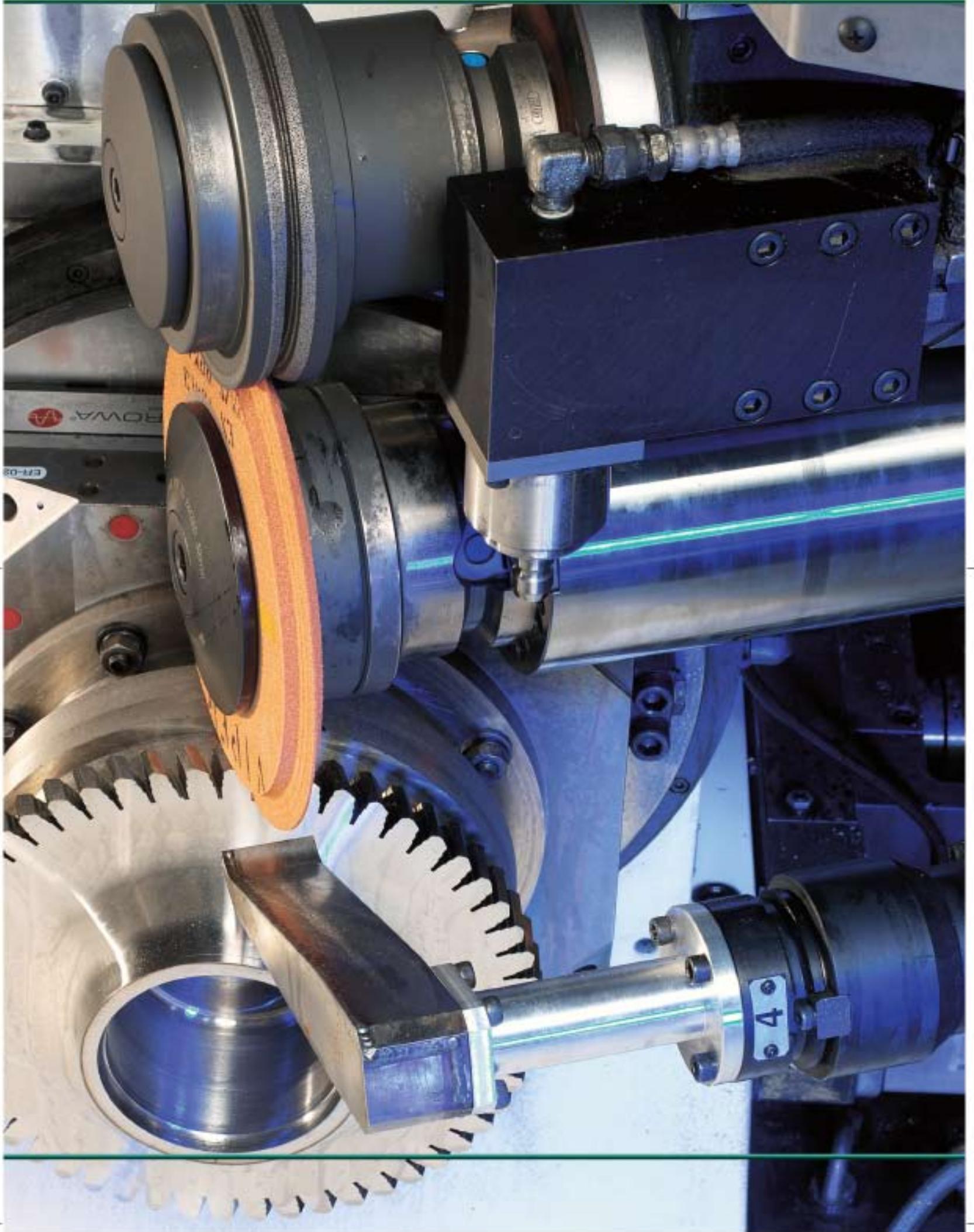
di Paolo Beducci

Non c'è dubbio circa il fatto che se si possa davvero parlare di globalizzazione delle produzioni, un primato vada riconosciuto all'industria aeronautica. Se si potesse leggere per ogni singolo pezzo che compone un aereo la provenienza esatta, ci si accorgerebbe che nella realizzazione di un aereo sono coinvolti davvero i cinque continenti. Le ali fatte in una nazione, i pannelli esterni in un'altra, gli strumenti ancora altrove, i computer in un altro posto. Insomma un vero collage di esperienze e conoscenze. Sempre le migliori disponibili. Non sfugge a questa ferrea regola anche la costruzione dei motori degli aerei che non vengono mai costruiti dall'industria produttrice e progettista del velivolo ma da aziende che di questa professione hanno fatto il proprio core business. Ma non solo: a loro volta i produttori di motori (come del resto i produttori di qualsiasi parte) cercano in giro per il mondo le soluzioni più idonee alle proprie esigenze e quindi a volte finiscono per scegliere macchine utensili provenienti da altri paesi ancora. Un bell'esempio di questa specializzazione viene dalla vecchia Europa che ha in casa uno dei più

grandi produttori al mondo di motori: Rolls Royce. Un'origine comune con le famose auto per miliardari, ma una realtà oggi differente. Proprio dalla collaborazione fra l'industria britannica e un'azienda giapponese, Makino, è nata una nuova famiglia di macchine multifunzioni di grande interesse e di grande versatilità produttiva. Il problema della Rolls Royce era poter lavorare parti in acciaio di titolo aeronautico altamente legati, per la produzione di palette delle turbine, parti dei segmenti di turbine e il «disco» (si tratta del rotore e dello statore) della turbina motore. Inizialmente questa operazione prevedeva una serie di passaggi differenti con il conseguente spostamento da una macchina all'altra dei singoli pezzi in lavorazione con tutte le problematiche di tempistica e di precisione nel piazzamento e nella ripresa della lavorazione che una soluzione spezzettata comporta. La prima fase era la lavorazione di fresatura per raggiungere un primo stadio di lavorazione, a questa seguiva poi una lavorazione di rettifica molto lunga che non solo doveva garantire il livello di finitura, ma era deputata a dare la forma finale



**L'APPETITO
VIEN MANGIANDO**



DOSSIER / AERONAUTICA E AEROSPAZIALE



Alcuni esempi di lavorazione con le macchine Makino

al pezzo. Una procedura lavorativa questa, che comportava diversi piazzamenti e che alla fine si rivelava senza dubbio costosa.

Sulla base di questa tematica e della propria esperienza maturata nel settore delle lavorazioni ad alto contenuto tecnologico, Makino ha cercato di individuare una via che fosse la più razionale possibile e di conseguenza anche quella con il migliore rapporto fra qualità e costo. Perché se da una parte i costi sono sempre fattori considerati di grande importanza, sicurezza e quindi qualità del manufatto sono in campo aeronautico determinanti. Il desiderio era quindi individuare una soluzione che fosse in grado di realizzare il maggior numero di operazioni possibili in un'unica presa pezzo.

La soluzione proposta da Makino è stata di unificare le lavorazioni di fresatura e foratura, tipiche di un centro di lavoro a quattro assi con le operazioni di rettifica, in un'uni-

ca macchina. Così da ottenere un prodotto il più vicino possibile a quello finito. Il tutto aumentando l'automazione della macchina (e quindi riducendo la presenza dell'uomo) e riducendo di conseguenza i possibili errori. Una soluzione provata per la prima volta nell'unità produttiva di Derby che ha avuto grande successo: tanto che oggi sono oltre trenta le macchine, prodotte su questa idea iniziale e in-

stallate nei vari stabilimenti della Rolls Royce nel mondo. Applicazioni simili sono poi state eseguite anche in altre aziende del settore motoristico aeronautico sia in Europa che in Nord America con un totale di oltre 60 macchine installate.

I modelli di macchina impiegati presso Rolls Royce sono Makino A55e-5XR-Viper, per la lavorazione delle palette, incluso il piede, e il Cdl Makino A99e-5XR-CD per il disco



Tre viste delle zone di lavoro



Le Makino dedicate all'aeronautica

Modello Macchina		Makino A55e -5XR Viper	Makino A99e -5XR - CD
Dimensioni tavola	mm	Ø400	Ø400
Dim. pezzo lavorabile (diam. x altezza)	mm	Ø400 x h.300	Ø800 x h.500
Nr.assi movimentazione pezzo		5 assi	5 assi
Corse assi: X Y Z	mm	560 x 560 x 600	1250 x 800 x 1250
Velocità assi	m/mn	50	50
Accelerazione assi	m/s ²	6	6
Peso utile sul pallet	kg	150	250
Vel. rotazione mandrino	min ⁻¹	12.000	12.000
Pot. mandrino principale	KW	18,5 (BigPlus BT50)	50 (BigPlus BT50)
Potenza mandrino di ravvivamento mola (CD)	KW	no	11 (HSK63 flangia BT50)
Tempo cambio utensili truciolo-truciolo	s	3,5 (8 kg)	4,5 - 12 (30 kg)
Massime dimensioni utensili e mole (diam. x l)	mm	Ø140 x l420	Ø300 x l600
Rettifica con ravvivamento mola in continuo (CD)		no	si
Rettifica con ravvivamento mola intermittente Viper		si	si
Ugello refrigerante mola programmabile in continuo e cambio ugello in automatico		si	si
Possibilità Tornitura con rotazione pezzo		no	si (90rpm)

rotore e la carcassa.

Il punto di partenza, come si diceva, più in alto è un MC altamente collaudato a quattro assi cui è stato aggiunto un quinto asse integrale. Per completare l'operatività con la funzionalità di rettificazione, è stata inoltre aggiunta una serie di mole Tyrolit e delle modifiche alla macchina per trattare e smaltire i trucioli di rettifica molto fini (<10microm). Questa operazione si è effettuata applicando la mola sul portautensili. Utilizzandola cioè come fosse un utensile di rettificazione. Ciò significa in ogni caso disporre di un mandrino di una notevole robustezza e stabilità che sia in grado di supportare una lavorazione di questo genere. E siamo sicuri che non sia proprio da tutti. Ma non solo: visto che l'appetito vien mangiando e le cose fatte bene sono migliori, alla Makino hanno ritenuto fosse utile poter inserire una funzione di ravvivamento della mola così da evitare i classici problemi legati alla rettifica quali la diminuzione della abrasività dovuta al materiale ri-

mosso nel processo di lavorazione. Così si è deciso di modificare ulteriormente la macchina con un secondo piccolo mandrino - parallelo al principale - dotato di una ruota di

ravvivamento della mola e quindi mentre la mola gira viene anche pulita e ravvivata a ogni giro, rendendo in tutto e per tutto l'utensile di rettifica del tutto simile come funzionalità a una vera e propria rettificatrice. È evidente però che un'operazione di rettificazione consistente, necessita di un livello di lubrificazione del punto di lavorazione significativa e ben effettuata. Si è quindi previsto un ugello dedicato, gestito come un asse orientabile dal CNC, che ha la funzione di lubrificare esattamente nel punto di contatto con il pezzo. Una funzionalità possibile solo grazie al fatto che si tratta di un ugello programmabile e quindi in grado di seguire ogni minimo movimento della mola. Proprio per avere sempre a disposizione l'ugello di lubrificazione più adatto alla bisogna è anche previsto un ulteriore magazzino posteriore di ugelli lubrificanti da utilizzare in funzione della mola di rettificazione in uso.

Il tutto avendo a disposizione un magazzino utensili in grado di contenere indifferentemente utensili da centro di lavoro e mole (sia di rettificazione, sia di ravvivatura): gestendo il tutto di conseguenza.

La A99 dotata per il settore
aeronautico e non solo



DOSSIER / AERONAUTICA E AEROSPAZIALE

La Rettifica con il processo VIPER della Tyrolit ha come principio base che il refrigerante sia indirizzato sulla mola di rettifica ad alta pressione (70bar) appena pria della zona di contatto col pezzo in modo che la forza centrifuga faciliti l'espulsione del liquido durante la rettifica, pulisca a fondo la mola dal truciolo e raffreddi propriamente il materiale del pezzo.

È da notare un altro aspetto interessante: il quinto asse montato in macchina è rappresentato da una tavola girevole che ha l'asse orizzontale (il quinto asse stesso) che può arrivare - a seconda dei modelli di macchina in uso - da 75 a 150 giri al minuto. Si tratta di velocità non certo basse e che comunque mettono nelle condizioni di poter effettuare delle vere e proprie operazioni di tornitura compatibili alla tipologia di lavorazione cui la macchina è destinata. Proprio per questo motivo si è pensato di aggiungere un'ulteriore possibilità: utilizzare il mandrino principale con utensili fissi di tornitura, ulteriormente bloccato e reso ancor più rigido e resistente, utilizzando un sistema di fermo applicato sul mandrino della ruota di rinvivatura e completando in questo modo le operatività della macchina in questione.

L'esperienza di Rolls Royce dice che



Particolari della operatività della Makino



la rettifica ad alta velocità con il ravvivamento della mola in continuo, come applicato sui CdL Makino, risulta più produttiva, economica (minor costo delle mole di consumo per pezzo) e di maggiore qualità rispetto ad altre tecnologie in uso quali il Creep feed Grinding, i sistemi tradizionali e/o le mole di tipo CBN o vetrificate.

Oggi questo centro, molto dedicato alle esigenze aeronautiche, ma anche per applicazioni energetiche, in alcuni casi è stato ulteriormente arricchito della possibilità di fare operazioni di brocciatura. E' evidente che scegliendo il meglio di singole macchine dedicate alle sole operazioni di rettifica, tornitura e brocciatura si potrebbero forse ottenere delle precisioni più spinte, ma comprare tre o quattro macchine anziché una non è cosa da poco. E poi resterebbe aperta la questione della produttività e dei piazzamenti plurimi sulla stessa macchina. In questo modo poi si ottiene un tempo di operatività della macchina (e quindi di remunerazione dell'investimento) decisamente molto più alto che con una produzione parcellizzata fra più passaggi. Se infine si sommano tutti i singoli tempi di lavorazione, di manipolazione, di piazzamento la riduzione dei tempi di attraversamento del pezzo da produrre si è ridotto a un terzo di quanto accadeva prima dell'adozione di questo sistema. Si tratta di dati molto precisi e comunque verificabili visto che non si tratta di calcoli prettamente teorici, ma di dati vissuti direttamente da uno dei più grandi produttori al mondo di motori a reazione. ■

Uno schema di funzionamento della Makino in uso alla Rolls-Royce

