



[CENTRO DI FRESATURA]

di Andrea Pagani

Spark 1300 Titanium

**LA NUOVA SPARK 1300
TITANIUM DI MANDELLI
SISTEMI È PENSATA
SPECIFICAMENTE PER
LAVORAZIONI AD ALTA
PRODUTTIVITÀ SU MATERIALI
TENACI, IN PARTICOLARE IL
TITANIO.**

Spark è una linea ben conosciuta tra i modelli di Mandelli Sistemi: caratterizza i centri di lavoro ad alte prestazioni ed è stata declinata nel corso degli anni in differenti versioni e dimensioni per soddisfare vari settori applicativi. La più recente è Spark 1300 Titanium, una macchina pensata, sviluppata e costruita per andare incontro alle necessità di chi lavora abitualmente questo metallo e le sue leghe, tipicamente il mondo aeronautico.

LE CRITICITÀ DEL TITANIO

Il titanio è un materiale che offre opportunità costruttive di grande interesse per i progettisti: quando si parla di strutture di aerei (che devono essere sempre più leggeri per una maggiore efficienza di impiego) è importante potere contare su leghe leggere ma molto resistenti. I pezzi finali arrivano a un peso del 10-15% rispetto al grezzo di partenza, con una asportazione quindi rilevante. Anche partendo dai forgiati, che presentano sagome più simili al componente finale, è imperativo avere sovrametalli importanti per essere sicuri che non siano presenti difetti di forgiatura, inclusioni eccetera che possano mettere a rischio la resistenza a fatica di componenti vitali per gli aerei.

Rimuovere grandi quantità di materiale nell'unità di tempo è dunque strategico. Il rovescio della medaglia è una difficile lavorabilità per asportazione di truciolo.

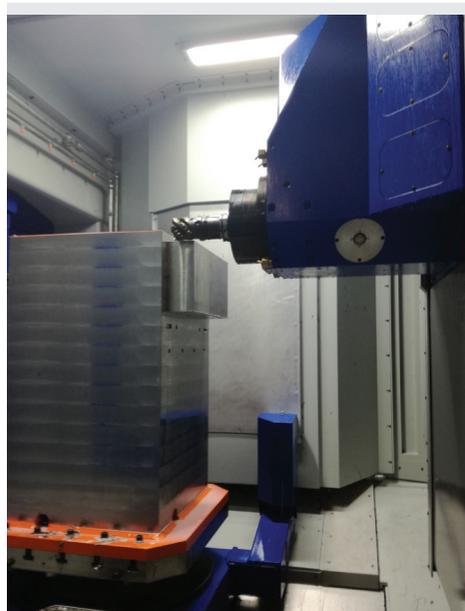
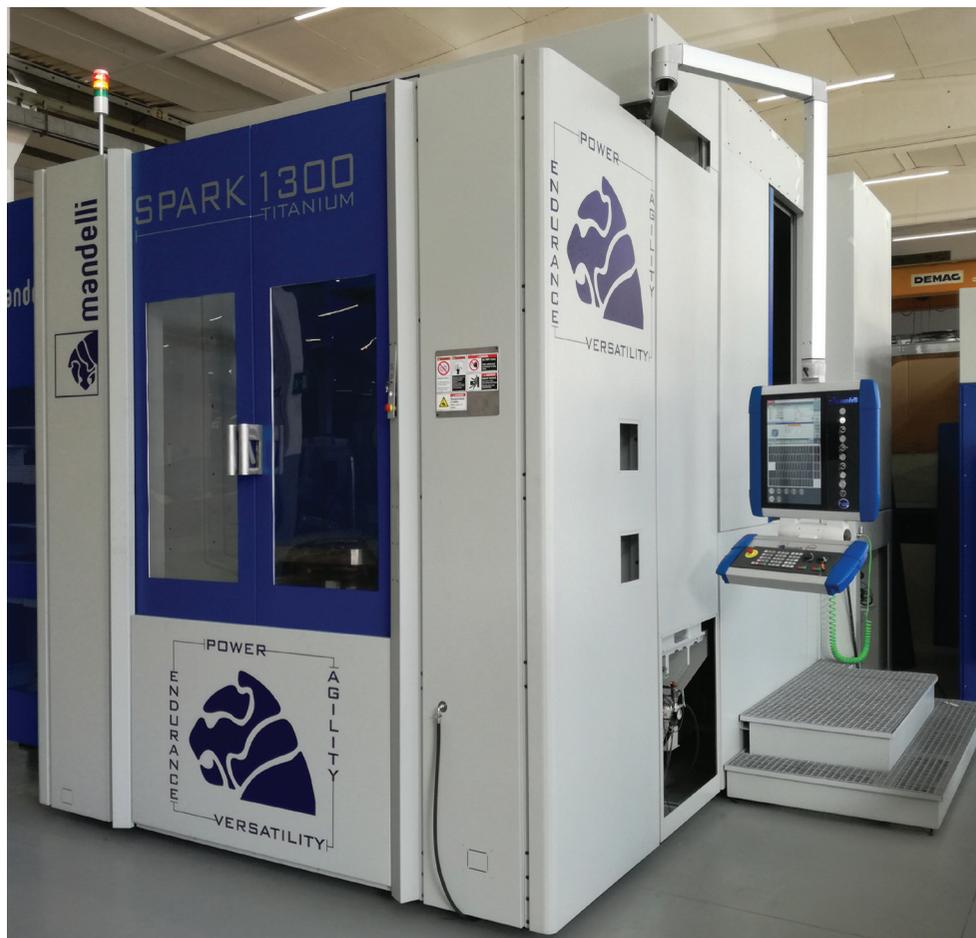
La nuova Spark 1300 Titanium di
Mandelli Sistemi

Resistente alle alte temperature, alle sostanze chimicamente aggressive, con un alto rapporto tra resistenza e peso, mette infatti in crisi le macchine utensili tradizionali.

Sono molte le macchine sul mercato con buone caratteristiche di rigidità, capacità di asportazione e precisione ma, rispetto ai classici acciai, con i materiali più recenti (come appunto il titanio e le sue leghe) le variabili in gioco sono diverse e hanno maggiore influenza sul risultato finale. Aumentando la pressione del refrigerante o intervenendo solo sui parametri di taglio non si ottiene una lavorazione ottimale.

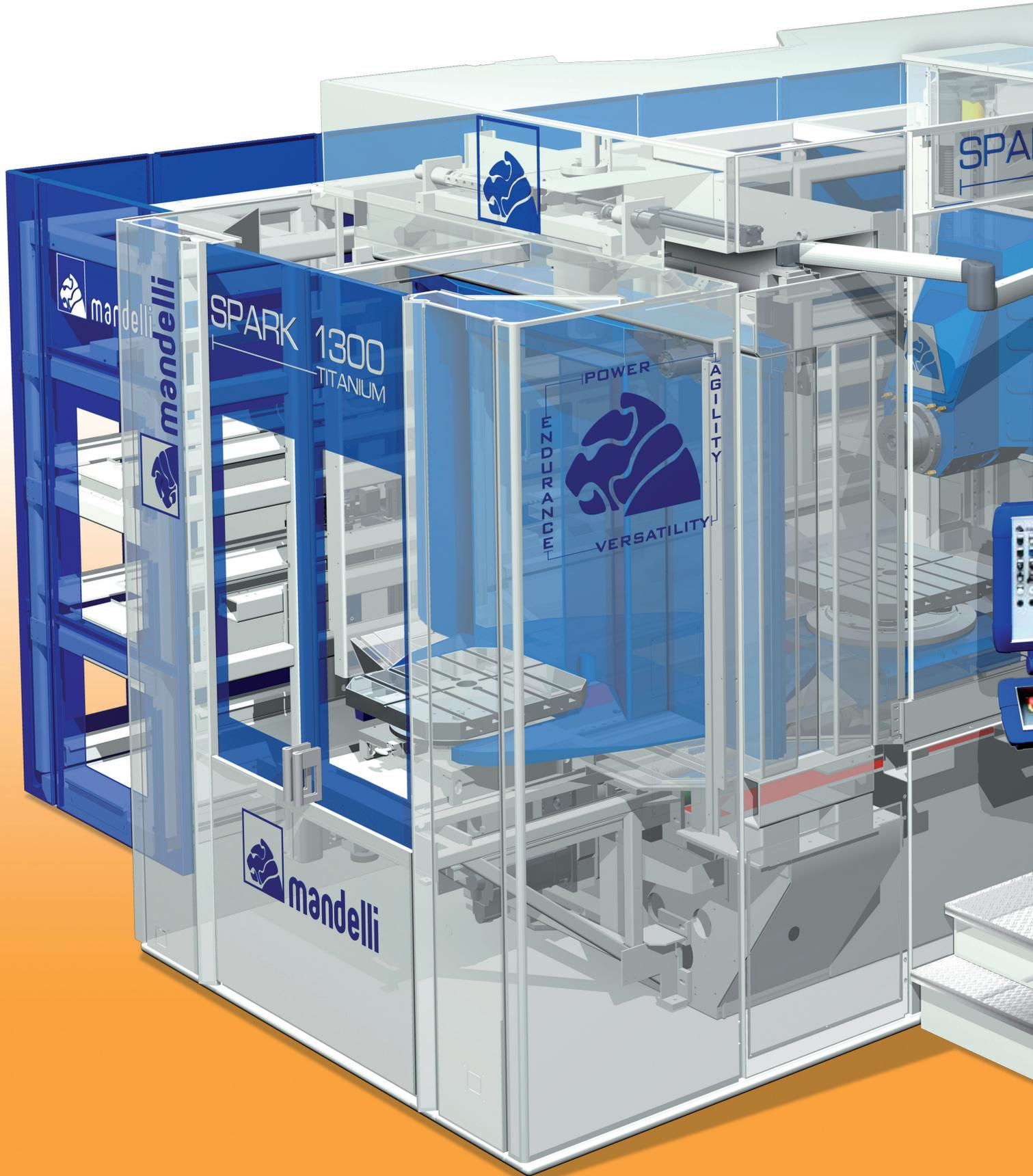
Il passo principale per incrementare l'asportazione è il miglioramento della rigidità dinamica del sistema macchina-utensile-pezzo: per fare analisi di questo tipo, le tecniche tradizionali a elementi finiti non sono sufficienti e si rende necessaria un'approfondita competenza nella simulazione mecatronica, ambito in cui la zona di Piacenza è all'avanguardia grazie a specifici corsi universitari e alla presenza di laboratori di ricerca.

La rigidità dinamica tiene conto della cedevolezza strutturale ma anche dei coefficienti di smorzamento e dell'effetto delle frequenze di lavorazione sulla risposta del sistema. Ed è proprio sugli smorzamenti che Mandelli ha lavorato, sviluppando dispositivi in grado di introdurre artificialmente fenomeni dissipativi durante il processo di taglio.



Test di asportazione alla massima altezza

Oggi vengono simulate le performance delle macchine prima ancora di realizzarle, così da sapere con ragionevole certezza l'esito dell'utilizzo dell'impianto e capire - per ciascuna lavorazione - quale sarà il primo componente ad andare in crisi. Questo ha permesso di intervenire su alcuni dettagli costruttivi per ottenere una macchina perfettamente bilanciata.





Vista da Domenico Mulinello e Giovanni Mapelli

| Spark 1300 Titanium |



D. Mulinello - G. Mapelli

CARTA D'IDENTITÀ

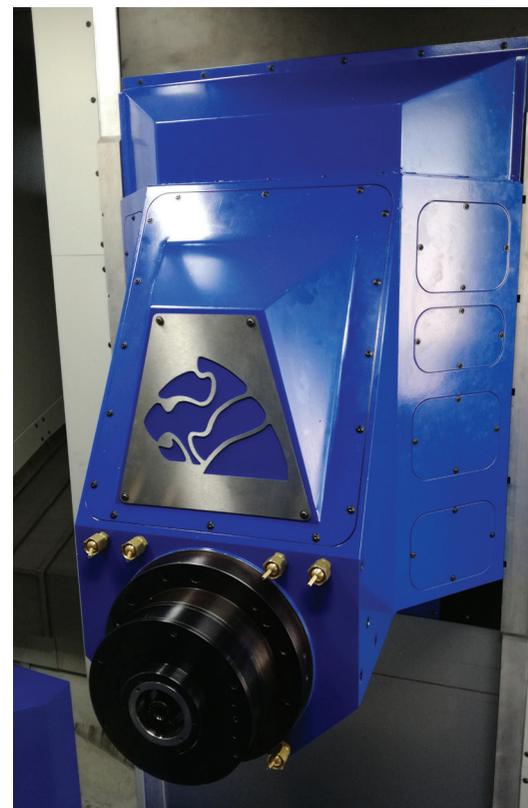
NOME	Spark 1300 Titanium
QUALIFICA	Centro di fresatura
CONSTRUTTORE	Mandelli Sistemi Spa Via Caorsana, 35 29122 Piacenza Tel. +39 0523 548548 mandelli.info@mandelli.com www.mandelli.com

CARATTERISTICHE TECNICHE

AREA DI LAVORO

Corsa asse X	1.300 mm
Corsa asse Y	1.100 mm
Corsa asse Z	1.050 mm
Spinta assi lineari	18.000 Nm
Velocità assi lineari	50 m/min
Accelerazione assi lineari	4 m/s ²
Potenza mandrino	77,5 kW
Coppia mandrino	2.666 Nm
Portata tavola	1.500 kg
Coppia tavola	4.800 Nm
Cono attacco utensile	HSK100 - HSK125

| Spark 1300 Titanium |



La testa H6000 è in grado di erogare una coppia di oltre 2600 Nm

ASPORTARE PIÙ TRUCIOLO

Lavorando a contatto con gli utilizzatori finali e recependone le esigenze e le problematiche (principalmente un volume di truciolo fino a 500 cm³/min), Mandelli ha arricchito la macchina con una serie di tecnologie che contribuiscono a raggiungere le performance volute.

Per ottenere un maggiore volume di truciolo la cosa più pratica è aumentare la velocità di taglio: ideale con l'alluminio, più complesso con l'acciaio, sostanzialmente dannoso con il titanio. In questo caso la strada percorribile è un incremento della profondità di taglio, che a sua volta impone una maggiore coppia all'utensile.

Per questo Spark 1300 Titanium è dotata di una testa a ingranaggi con un innovativo cambio gamma capace di sviluppare in continuo oltre 2.600 Nm di coppia, disponibile sia con attacco utensile HSK100



La cedevolezza dinamica è la base per la stima del MRR

che con HSK125 per incrementare ulteriormente la rigidità della connessione utensile/macchina, il tutto supportato da un motore da 77,5 kW.

Il secondo problema, più difficile da affrontare, è quello delle vibrazioni indotte dal processo di taglio.

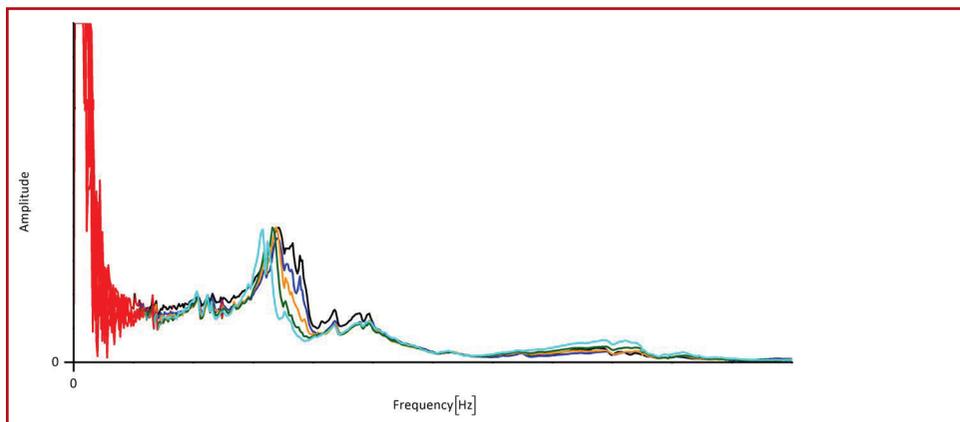
Una volta innescate, possono infatti scheggiare i taglienti dell'utensile e danneggiare anche il pezzo, mentre una macchina opportunamente bilanciata può valorizzare gli utensili di ultima generazione (e dal costo importante).

Per questo motivo Spark 1300 Titanium ha una catena cinematica composta da viti a sfere con un passo particolare, che permette di aumentare le spinte sugli assi, e una nuova tecnologia di smorzamento delle vibrazioni.

Si tratta di una soluzione con pattini di nuova concezione, disponibili sul mercato ma che Mandelli ha migliorato per rispondere ancora meglio alle necessità di smorzamento e che possono lavorare insieme ai pattini tradizionali.

In condizioni normali la macchina assicura la massima dinamica (fino a 50 m/min in rapido e 4 m/s² di accelerazione), ma in presenza di sgrossature pesanti è possibile attivare i pattini aggiuntivi al fine di eliminare le vibrazioni indotte dal processo di taglio. I pattini creano infatti un attrito supplementare, che riduce del 50 al 75% le vibrazioni misurate attraverso un sensore posizionato sul naso mandrino.

Si tratta di una funzione che può essere prevista dal ciclo di lavoro con un codice M, ma può essere innescata dai sensori e dal controllo numerico qualora venisse rilevato un innalzamento delle vibrazioni. Questa fresatura adattiva non interviene sui parametri di taglio (come detto, "rallentare" o "accelerare" sul titanio non è risolutivo), ma *taglia* le frequenze innescate dal contatto tra utensile e pezzo.



IL TITANIO È UN MATERIALE DI GRANDE INTERESSE

PER I PROGETTISTI AERONAUTICI, MA È DI DIFFICILE LAVORABILITÀ

Questi smorzatori permettono di coniugare i benefici delle guide a rulli (precisione, rigidità, assenza di fenomeni di *stick slip*, durata nel tempo) e di quelle a strisciamento (essenzialmente, un elevato fattore smorzante), permettendo un aumento del tasso di rimozione del materiale del 15%.

UNA STRUTTURA ROBUSTA

La struttura di Spark è realizzata in acciaio (che a parità di massa offre una rigidità doppia rispetto alla ghisa), mentre i corpi pesanti e non in movimento (come la tavola girevole) sono realizzati in fusione di ghisa. La progettazione del montante, tradizionalmente punto debole dei centri orizzontali insieme alla tavola girevole durante l'esecuzione di lavorazioni pesanti a distanza considerevole dal piano pallet, è stata oggetto di studi approfonditi generando una soluzione con guide sfalsate per ottimizzare la rigidità flessionale, e sezione chiusa nella parte

posteriore per diminuire la cedevolezza torsionale della struttura. Chi lavora con questi materiali sa quanto sia importante conoscere la macchina per sfruttarne al meglio le caratteristiche. L'asportazione ad alto volume di truciolo implica parametri da tenere costantemente sotto controllo sia per ottenere la produttività voluta, sia per evitare danni a utensile o pezzo; anche piccole variazioni in un parametro possono vanificare la produttività complessiva.

In fase di test la rigidità della macchina è stata messa alla prova nella situazione più sfavorevole, ossia sul fine corsa positivo del montante, con il mandrino alla massima distanza possibile rispetto alla tavola pallet. Questa condizione mette in crisi la stabilità del cuscinetto della tavola girevole e della struttura del montante, ma può verificarsi in produzione se si vuole sfruttare l'intero volume di lavoro della macchina. Spark 1300 Titanium è riuscita ad asportare una sezione di truciolo di 1



L'abbondante apporto di refrigerante è fondamentale per lavorare il titanio

SPARK 1300 TITANIUM È DOTATA DI CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE PENSATE PER OFFRIRE LE MASSIME PRESTAZIONI SU LEGHE TENACI

pollice per 2,5 pollici (ossia 25,4 per 63,5 mm) con una durata utile del tagliente di 60'. I test su leghe di titanio vengono sempre eseguiti a velocità di taglio di 45-50 metri al minuto, per simulare le reali condizioni di produzione, senza incrementare il numero di giri per portare la lavorazione a frequenze più stabili ma generando usure precoci sul tagliente. Il rapido ritorno dell'investimento è dovuto alla maggiore produttività, alla riduzione del costo degli utensili, alla qualità del prodotto finito e alla riduzione dei fermi macchina assicurati dalla struttura e dalla componentistica appositamente dimensionate.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Dal punto di vista dei puri numeri, Spark 1300 Titanium vanta un campo di lavoro

di 1.300x1.100x1.050 mm (pallet 800) e una tavola girevole (dotata di direct drive da ben 4.800 Nm di coppia) in grado di accogliere grezzi fino a 1.500 kg di peso. Per assicurare la capacità di asportazione descritta, gli assi lineari sono in grado di generare una spinta di 18.000 N in S1. Ampia anche la disponibilità di utensili: da 100 a 500 disposti in magazzino a rack. Una scelta utile non solo per una gestione più efficace degli utensili stessi, ma anche perché in tal modo è possibile organizzarli in classi (per dimensioni, pesi eccetera) e gestire al meglio le rastrelliere rispetto ai magazzini a catena. Utili anche i gocciolatoi di raccolta, che assicurano una maggiore pulizia della macchina e degli utensili sottostanti. Un elevato volume di truciolo richiede un adeguato sistema di smal-

timento, coadiuvato anche dall'impianto lubrificante. La macchina ha infatti sistemi con pompe indipendenti per il mandrino (ugelli esterni), uno per l'alta pressione (interno mandrino) e una di lavaggio della vasca di raccolta trucioli per evitare accumuli (sempre attiva quando il mandrino è in rotazione). Apposite coclee tolgono infine il materiale asportato e lo trasportano all'esterno della macchina, mentre i liquidi vengono filtrati e refrigerati.

L'intero impianto è comandato da un controllo numerico Siemens 840D SL, un modello molto richiesto nel mondo aeronautico e che offre una serie di funzionalità pensate per massimizzare la disponibilità della macchina: teleassistenza e monitoraggio remoto sono infatti indispensabili per assicurare un uptime che si avvicini al 100%.

Sempre nel mondo aeronautico, le aziende puntano alla massima affidabilità: non sono infrequenti contratti con 24 o 36 mesi di garanzia e piani di manutenzione preventiva. Il CNC Siemens, insieme alla sensorizzazione della macchina e agli strumenti collegati a Industria 4.0, si rivelano vincenti anche sotto questo punto di vista. ■