



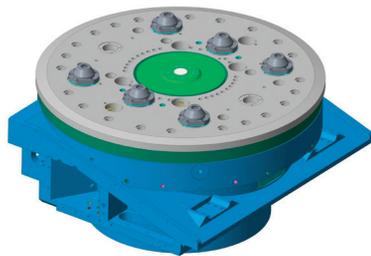
Soluzioni per smorzamento dinamico



Lubrorefrigerazione innovativa



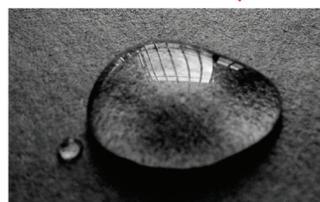
Autodiagnostica e manutenzione



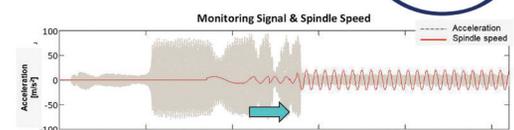
Componentistica innovativa



Cella Additive



Superfici antifobiche



Controllo intelligente delle vibrazioni



Ott

# Sistema ibrido ad alta produttività

È AL GIRO DI BOA IL PROGETTO SP@RK-4.0-I.E.S. DI MANDELLI SISTEMI PER LO SVILUPPO DI UN **SISTEMA PRODUTTIVO IBRIDO E INTELLIGENTE, AD ALTE PRESTAZIONI**. ASPORTAZIONE TRUCIOLO E TECNOLOGIA ADDITIVA NELLA STESSA CELLA PER LAVORARE MATERIALI AD ALTA TENACITÀ IN APPLICAZIONI AERONAUTICHE.

di Edoardo Oldrati ed Ernesto Imperio

La Ricerca & Sviluppo ha rivestito sempre un ruolo importante all'interno dell'organizzazione della Mandelli Sistemi, da oltre 80 anni impegnata nella progettazione e fabbricazione di centri di lavoro orizzontali a 4 e 5 assi e di sistemi flessibili FMS, il cui contenuto altamente innovativo ha eletto la società piacentina tra le protagoniste nell'industria aeronautica mondiale.

In questo contesto di visione strategica della Mandelli Sistemi si inserisce un ambizioso progetto, parzialmente finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito del "Fondo per la crescita sostenibile"; il progetto è finalizzato allo studio e sviluppo di un sistema produttivo

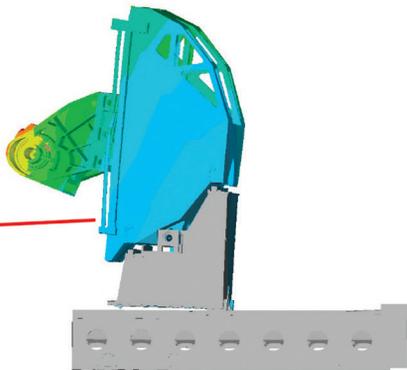
ibrido e intelligente ad alte prestazioni, che integra la tecnologia additiva con le lavorazioni di fresatura e tornitura su materiali a elevata tenacità quali leghe di titanio e superleghe resistenti al calore HRSA (Heat Resistant Super Alloys). Partecipano al progetto altre realtà scientifiche, tra cui l'istituto Istec del CNR, il centro di ricerca Inspire AG, spin off del Politecnico federale di Zurigo ETH, il MUSP, l'Università di Bergamo e industriali che danno il loro contributo di competenze e di ricerca e sviluppo su alcuni obiettivi realizzativi contemplati dal progetto stesso.

## Obiettivi del progetto

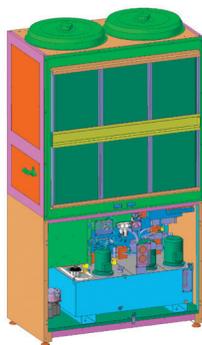
L'obiettivo finale del progetto Sp@rk-



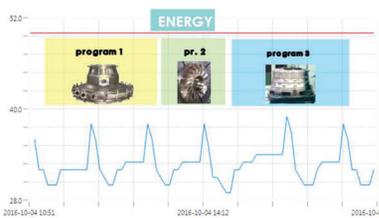
manutenzione predittiva

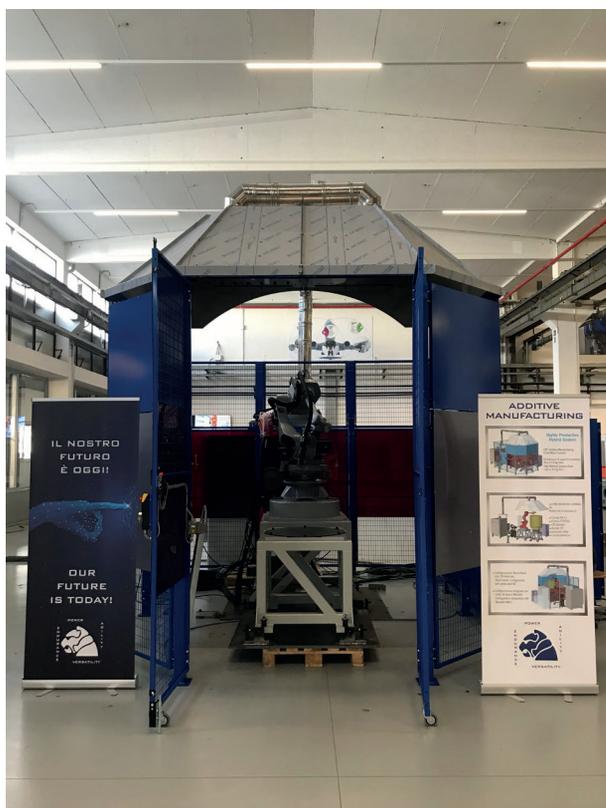


Strutture in materiale riempitivi



Ottimizzazione sistemi energetici





A sinistra: Sp@rk-4.0-I.E.S. prevede la realizzazione di un prototipo di cella automatizzata che integra un centro di lavoro a 5 assi Spark e una stazione robotizzata di Additive Manufacturing

Sopra: il controllo del sistema ibrido avviene tramite iPuma di Mandelli

4.0-I.E.S. (Interconnected, Efficient, Sustainable) consiste nella realizzazione di un prototipo di cella automatizzata che integra un centro di lavoro a 5 assi della serie Spark, opportunamente configurato e sensorizzato, e una stazione robotizzata di Additive Manufacturing; si tratta di una realizzazione di alto contenuto tecnologico che rappresenta la sintesi di più obiettivi di sviluppo, i principali dei quali sono relativi a incremento della produttività e dell'efficienza produttiva per la riduzione dei costi di lavorazione e gestione della macchina; sviluppo di sistemi digitali avanzati per l'autodiagnostica e l'interconnessione in rete della cella; ottimiz-

zazione dei consumi e del funzionamento del sistema produttivo.

Tali obiettivi rispondono a esigenze emerse da una recente analisi di mercato che Mandelli Sistemi ha svolto tra i suoi clienti che operano nel settore aeronautico, i quali mostrano crescente attenzione verso materiali di difficile lavorabilità utilizzati nella fabbricazione di componenti motoristici e strutturali. In questa ottica, il progetto Sp@rk-4.0-I.E.S. punta ad aumentare il livello tecnologico delle soluzioni produttive dell'azienda piacentina per favorire l'incremento significativo delle prestazioni nella produzione di elementi strutturali, dove risulta fondamentale la

riduzione delle vibrazioni che possono instaurarsi proprio durante il processo di taglio. In questo modo sarà possibile potenziare la capacità di asportazione in termini di Material Removal Rate (MRR), mantenendo comunque elevati livelli di finitura superficiale.

Non meno importante è l'attività di Ricerca & Sviluppo che tecnici e ricercatori della Mandelli Sistemi dedicheranno per lo sviluppo di un prodotto che sia in grado di massimizzare le prestazioni, l'efficienza energetica e l'efficienza di processo e, quindi, di consentire la riduzione dei costi di esercizio che un utilizzatore deve sostenere.

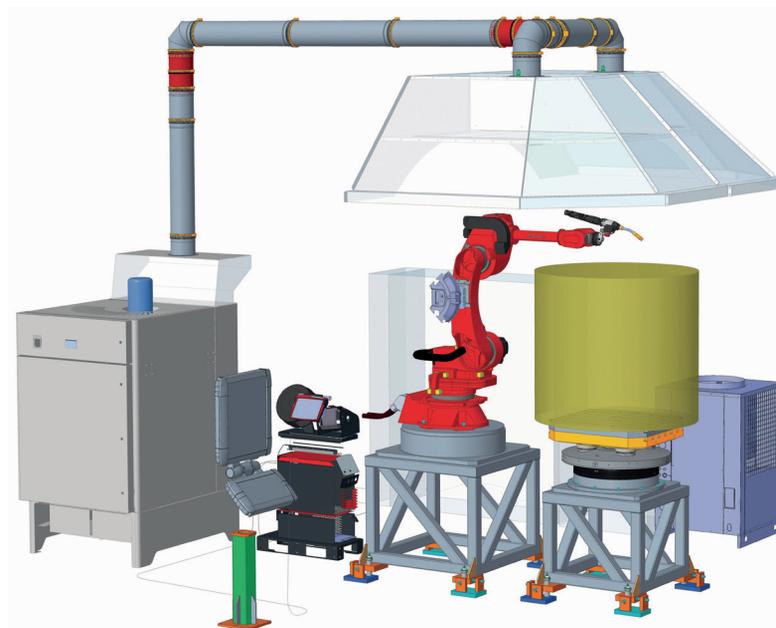
«Questo progetto innovativo, che ha una durata triennale e si concluderà verso la metà del 2020 - spiega Marco Colombi, Sales Manager di Mandelli Sistemi - nasce dall'esigenza espressa dal mondo aeronautico di nuove soluzioni produttive che consentano di fare un significativo salto tecnologico nella produzione di componenti e sottosistemi meccanici. Il mondo dell'asportazione di truciolo, da circa 20 anni, mostra una certa maturi-

**➤ L'AERONAUTICO MOSTRA GRANDE ATTENZIONE VERSO I MATERIALI DI DIFFICILE LAVORABILITÀ USATI NELLA FABBRICAZIONE DI COMPONENTI MOTORISTICI E STRUTTURALI**



Sopra, da sinistra: la stazione di AM utilizza un braccio antropomorfo della Comau "vestito" con una unità saldante Fronius di ultima generazione

Nel render tutti gli elementi che compongono la cella robotizzata per l'additive manufacturing



tà e le evoluzioni a cui assistiamo stanno portando leggeri miglioramenti, in termini di precisione e di velocità, ma non si può parlare di salto tecnologico. L'Additive Manufacturing potrebbe essere la strada giusta e molti costruttori di macchine ci stanno lavorando, sapendo che questa nuova tecnologia cambia completamente il modo di progettare e produrre oggetti. Sulla scorta di tali sintetiche considerazioni, è nata l'idea di sviluppare il progetto Sp@rk-4.0-I.E.S. che parte da un presupposto progettuale chiaro: le tecnologie additive non generano sforzi di taglio e, pertanto, non si giustifica una stazione di lavorazione additiva integrata nella macchina di asportazione di truciolo la cui concezione intrinseca è proprio basata sulla presenza di tali sforzi durante l'asportazione. Dunque il punto di partenza è stato quello di creare una cella, asservita da un sistema di cambio pallet, che integra la stazione di AM con il nostro centro di lavoro Spark: una scelta sicuramente più economica che, peraltro, sfrutta il nostro specifico know how nell'ambito dell'automazione flessibile. Infatti, il 90%

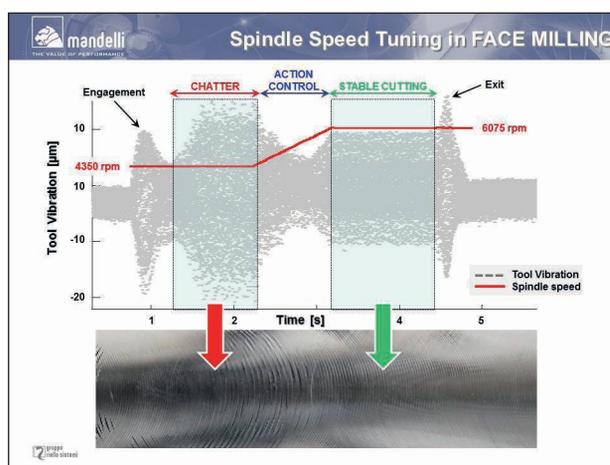
delle nostre macchine utensili viene già fornito in configurazione di cella, quindi in questo progetto non andiamo a realizzare una soluzione completamente nuova, ma sfruttiamo soluzioni già ampiamente sviluppate dedicando una delle 7 postazioni, normalmente previste dalla cella, alla tecnologia additiva. Per quest'ultima, la scelta ha privilegiato la soluzione a filo rispetto a quella a polvere, tecnologia capace di raggiungere i più elevati livelli di Material Deposition Rate (MDR) nell'ambito dell'Additive Manufacturing, evitando inoltre il problema dello stoccaggio e della gestione delle polveri metalliche all'interno della cella.

#### Principali aspetti innovativi della cella

Negli otto Obiettivi realizzativi di cui si compone il progetto di Mandelli Sistemi, si riconoscono diverse soluzioni progettuali e costruttive ad alto contenuto innovativo. In questa occasione si cercherà di evidenziare quelli ritenuti maggiormente qualificanti ai fini dell'ottenimento del prototipo di sistema ibrido ad alta produttività. «L'adozione della tecnologia additiva - af-

ferma Matteo Tamborini, Project Engineer di Mandelli Sistemi - rappresenta certamente il salto tecnologico insito in questa nuova cella di produzione per il settore aeronautico. In particolare, la stazione di AM utilizza un braccio antropomorfo, il cui movimento è gestito da controllo numerico "vestito" con una unità saldante di ultima generazione. La power source, sviluppata per applicazioni di saldatura e di Additive Manufacturing, consente di eseguire la deposizione di materiale secondo il processo CMT - Cold Metal Transfer, grazie al quale si riesce a riportare del materiale sfruttando un processo simile alla saldatura ad arco, ma con apporti termici inferiori e qualità superficiale migliore: le zone termicamente alterate (ZTA) sono ridotte e non si generano spruzzi». Altre importanti novità di questo progetto riguardano il processo di asportazione di truciolo per il quale sono state sviluppate due soluzioni, applicate all'impianto di lubrorefrigerazione. La prima soluzione utilizza emulsioni tradizionali ma portate in punta utensile a elevatissimi valori di pressione (350 bar), con lo scopo di frammentare il truciolo subito dopo il suo distacco dal pezzo in lavorazione (Ultra High Pressure Cooling). La seconda soluzione sfrutta tecnologie criogeniche: «In sostanza - spiega Colom-

## GRAZIE ALL'AUSILIO DI TECNOLOGIE AD AZOTO O AD ANIDRIDE CARBONICA MANDELLI RIESCE A REFRIGERARE LA ZONA DI CONTATTO TRA L'UTENSILE E IL PEZZO FINO A -200°C



Da sinistra: iPum@-reality è la app Mandelli che assicura una "smart maintenance" autonoma e veloce tramite una Realtà Aumentata dedicata alla risoluzione dei problemi

iPum@-smartcut è l'innovativo sistema hardware e software concepito per monitorare e controllare il processo di taglio.

bi - con tecnologie ad azoto o ad anidride carbonica riusciamo a refrigerare la zona di contatto tra utensile e pezzo fino a -200°C attraverso l'utilizzo di speciali emulsioni criogeniche lubrificanti. Ciò riduce fortemente l'usura del tagliente con evidenti vantaggi sull'efficienza della lavorazione, specialmente sui materiali tenaci come leghe di titanio e inconel tipicamente utilizzati nel settore aerospace, ambito che rappresenta più del 50% del nostro mercato. In abbinamento alla tecnologia criogenica, inoltre, stiamo lavorando sui rivestimenti delle superfici per renderle amfifobiche, cioè repellenti all'acqua, all'olio e a cariche solide intrise di questi fluidi, con conseguente ottimizzazione dell'evacuazione del truciolo. Questo tipo di soluzione è di grande aiuto soprattutto per quanto riguarda il funzionamento non presidiato delle macchine che, sempre di più, producono quantità di truciolo impressionanti che non devono accumularsi nell'area di lavoro. Altro obiettivo realizzativo riguarda lo sviluppo industriale di una piattaforma di controllo "Smart Controller" e della rela-

tiva tavola di tornitura a elevata dinamica; l'obiettivo è finalizzato al controllo delle vibrazioni secondo strategie di abbattimento del chatter basate sulla variazione della velocità del mandrino, con conseguente verifica di affidabilità ed efficacia. «Ciò che stiamo implementando - aggiunge Colombi - è una sorta di intelligenza da inserire nel controllo numerico del centro di lavoro Spark che sia in grado di replicare un comportamento che gli operatori esperti sanno fare nel caso di lavorazioni di tornitura difficili. Infatti, quando si lavorano materiali difficili utilizzando utensili lunghi, difficilmente si riesce a ottimizzare i parametri di taglio ed è necessario tenere sotto controllo le vibrazioni che, se innescate, devono essere rapidamente smorzate modulando l'override del numero di giri del mandrino, cioè accelerandone o rallentandone la velocità di rotazione. Il nostro obiettivo è automatizzare questa operazione introducendo un avanzato sistema di sensori di vibrazione e di rumore e un algoritmo di calcolo che sia in grado di valutare, in pochi decimi di secondo, l'opportunità di variare il numero di

do il lavoro degli operatori. Il punto di partenza per il raggiungimento dell'obiettivo è sensorizzare opportunamente alcuni componenti della macchina e raccogliere informazioni di funzionamento: specifici algoritmi di calcolo definiranno i tempi degli interventi manutentivi. Completano questa sintetica e non esaustiva disamina del progetto Sp@rk-4.0-I.E.S. altre due attività di sviluppo riguardanti l'ottimizzazione dei consumi energetici della cella e lo sviluppo di applicazioni di realtà aumentata. La prima si basa sullo sviluppo di strategie di regolazione e monitoraggio dei diversi gruppi della macchina per ridurre i consumi energetici globali nelle diverse fasi di funzionamento, anche in considerazione delle fasce orarie a minore costo dell'energia. La seconda attività prevede un duplice utilizzo della realtà aumentata: valutare aspetti ergonomici, logistici, di accessibilità alla macchina e, in generale, di layout di fabbrica in fase di sviluppo del progetto Sp@rk-4.0-I.E.S.; supportare le attività di service da parte del costruttore o dell'utilizzatore. ■