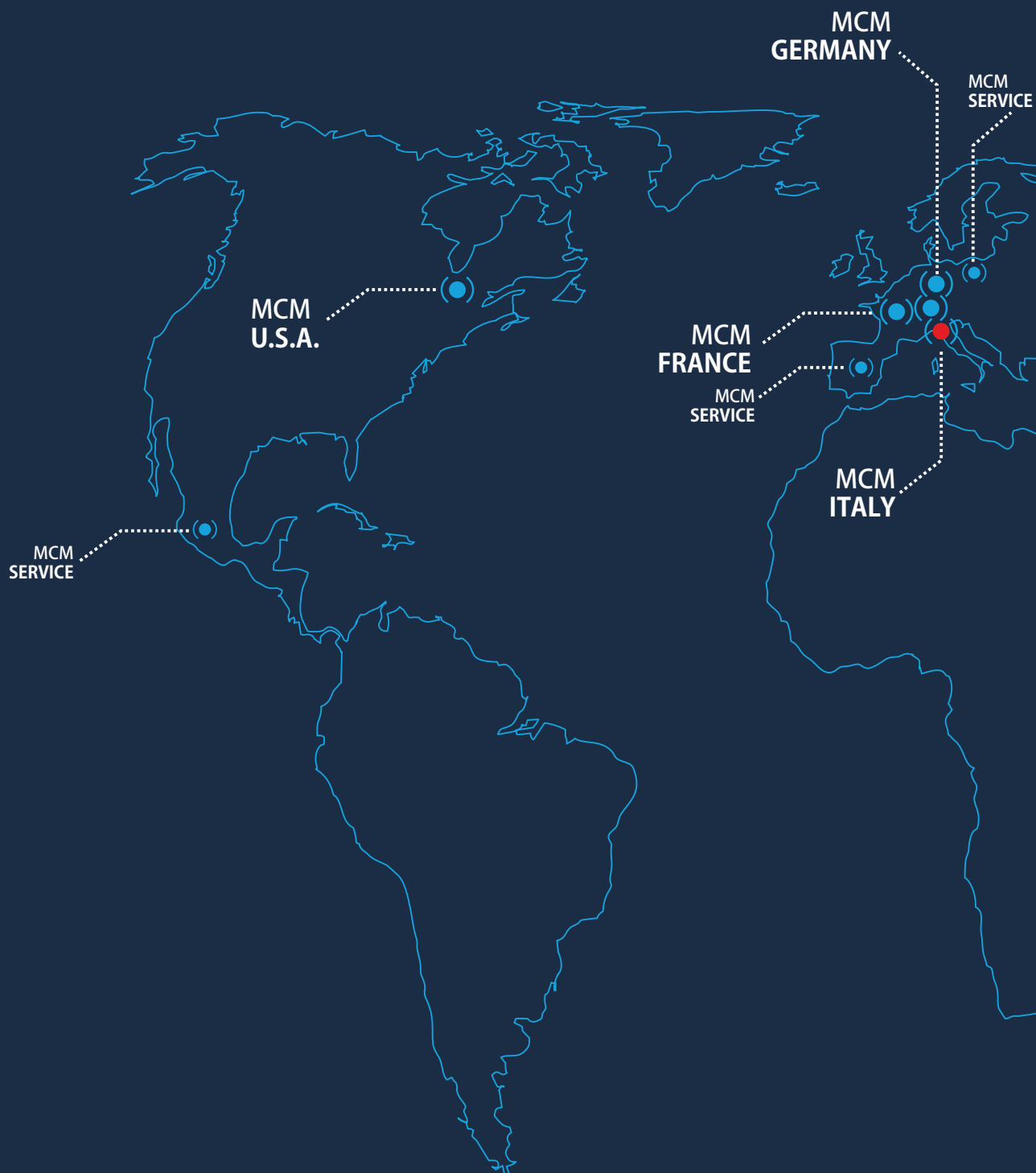


## MTU AERO ENGINES

Soluzioni avanzate per elementi complessi  
utilizzati nei motori degli aerei di linea

CASE HISTORY #03





AEROSPACE



AUTOMOTIVE



INDUSTRIAL



ENERGY  
OIL & GAS



MACCHINE  
ATTREZZATURE  
E DIFESA



COMPONENTISTICA  
INDUSTRIALE

## MTU AERO ENGINES

Soluzioni avanzate per elementi complessi  
utilizzati nei motori degli aerei di linea



MCM è specializzata nella progettazione e costruzione di sistemi di produzione flessibili, con fulcro costituito dai suoi centri di lavoro orizzontali a 4 e 5 assi, caratterizzati da soluzioni tecniche orientate alle massime prestazioni, senza alcun compromesso. Oltre a tutte le unità prodotte internamente, MCM è in grado di integrare nelle proprie linee

di produzione macchine di tecnologie accessorie per realizzare soluzioni complete e personalizzate, dando ai clienti il vantaggio di potersi interfacciare con un unico partner competente ed affidabile. L'offerta MCM è completa e prevede: Centri di Lavoro, Automazione Flessibile, Integrazione di Sistemi, Software di Gestione e Tecnologie di Processo.

Cliente 

MTU Aero Engines, con 15 sedi produttive nel mondo, è il principale costruttore di motori tedesco. La società è specializzata nello sviluppo, produzione, marketing e messa in servizio di motori per aerei commerciali e militari. Il gruppo MTU è impegnato su tutta la catena del valore per motori a turbina di ogni classe di potenza e spinta che equipaggiano ogni tipo di velivolo, da jet privati ai grandi Jumbo-jet. In questo ambito è partner dei principali attori del settore: GE Aviation, Pratt & Whitney e Rolls Royce. I componenti

prodotti da MTU Aero Engines sono impiegati in alcuni tra i più importanti propulsori per l'aviazione civile, come, per esempio, il GP7000 di Engine Alliance, joint venture tra GE Aviation, Pratt & Whitney, Safran Aircraft Engines e MTU, che equipaggia l'Airbus A380. L'azienda è anche il principale fornitore mondiale di servizi di manutenzione e riparazione per il V2500, prodotto da International Aero Engines (IAE), consorzio di cui anche MTU fa parte. Questo motore equipaggia la famiglia di aerei Airbus A320.



## LA SFIDA TECNOLOGICA

MTU Aero Engines ha partecipato al programma GE9X, motore del nuovo aeromobile di lungo raggio Boeing 777X, che dovrà essere prodotto in serie a partire dal 2020. L'obiettivo principale di MTU è lo sviluppo e la produzione dell'alloggiamento del mozzo della turbina. Questo componente altamente complesso si basa essenzialmente sulla comprovata architettura dei tipi di motore GE90 e GENx. Per l'acquisto dei macchinari destinati alla produzione di questi nuovi componenti, MTU si è rivolta a MCM, con cui collabora proficuamente dal 2007. Anche la variante del GENx, telaio intermedio della turbina, che viene utilizzato nel Boeing 787 Dreamliner, è prodotta da MTU su macchine MCM. Per la produzione di questi componenti, MCM ha ricevuto, nel 2009, l'ordine per un impianto FMS altamente automatizzato composto da 3 Centri di lavoro a 5 assi ed un Centro di lavoro multitasking, la cui messa in opera è iniziata nel marzo 2010 e si è conclusa a settembre dello stesso anno con l'uscita del primo pezzo di serie. Il telaio intermedio della turbina è un componente strutturale fondamentale del motore, in quanto

include la sede del cuscinetto posteriore del motore e svolge inoltre una funzione aerodinamica, canalizzando il flusso di gas caldo che scorre dalla turbina ad alta pressione a quella a bassa pressione. Componente essenziale del telaio intermedio della turbina è l'Hub Strut Case (HSC), il quale è composto da tre parti principali: scatola esterna, mozzo e 12 montanti. Il materiale impegnativo, una lega a base di Nichel-Cromo altamente resistente al calore, risulta particolarmente sfidante per le macchine e, soprattutto, per gli utensili. Il processo di lavorazione richiede fasi di fresatura, tornitura, rettifica, sbavatura, montaggio e comporta un'asportazione di materiale pari al 66% del peso del grezzo, dovuta in gran parte a parecchie centinaia di fori praticati su flange, mozzo e montanti e agli smussi della scatola. Una sfida particolare è rappresentata dalla necessità di mantenere in tornitura stretti valori di tolleranza ad esempio di coassialità di pochi centesimi di millimetro. Dopo il completamento del pezzo, il valore finale dell'HSC risulta essere elevato, a 5 cifre.



## SOLUZIONE MCM

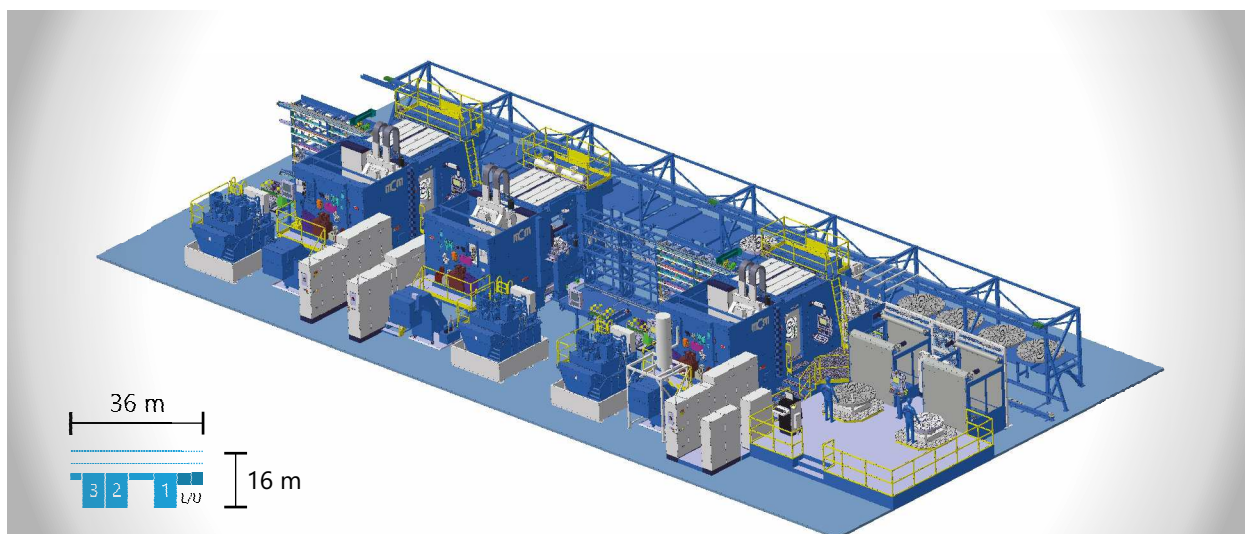
La soluzione di MCM per la produzione del GE9X HSC consiste di due celle FMS, destinate a essere installate in altrettanti siti produttivi di MTU. La prima cella prevede 3 Centri di lavoro TANK 1800G Multitasking con Automazione, dotati di navetta di movimentazione di pallet di diversi diametri (1.250, 1.400 e 1.800 mm). Il magazzino pezzi prevede complessivamente 14 pallet. Sono inoltre comprese due stazioni di carico e scarico pezzi ad elevata precisione.

Entrambi gli impianti sono in fase di installazione, destinata a concludersi nel primo caso a fine 2019 e, nel secondo, entro i primi mesi del 2020.

MCM ha dovuto tenere conto di una serie di richieste stringenti da parte di MTU Aero Engines che rispondono, in sostanza, a tre principali obiettivi: ridurre al minimo lo spazio occupato in stabilimento, ridurre il numero di parti di ricambio da stoccare in magazzino e contenere le spese di istruzione per il personale addetto all'uso e alla manutenzione.

### LAVORAZIONI E AUTOMAZIONE

Nei Centri di lavoro Multitasking di MCM il pezzo viene sottoposto a tutte le fasi di lavorazione previste – foratura, fresatura, tornitura e rettifica – che, abitualmente, richiederebbero l'impiego di diversi macchinari. In questo modo si riducono sensibilmente i tempi di attraversamento del pezzo. Un aspetto peculiare della soluzione sviluppata da MCM è l'integrazione, nel centro di lavoro, delle funzioni di rettifica e di tutte le dotazioni e i dispositivi necessari per svolgere questo tipo di lavorazione. Le mole per la rettifica sono gestite a tutti gli effetti come utensili, dotate di attacco Capto C6 e fissate al mandrino in modo standard. Il centro di lavoro è configurato per un diametro massimo di mola di rettifica di 300 mm, ravviate da un disco con esecuzione motorizzata posto all'interno dell'area di lavoro. L'usura della mola di rettifica viene accuratamente valutata e compensata attraverso un processo in quattro fasi che garantisce il mantenimento delle quote sul pezzo finito. Questo processo prevede una pre-rettifica sul







pezzo con la mola, la misurazione della quota ottenuta con il tastatore, se necessario una correzione successiva della profondità di passata e infine, la rettifica di finitura. Il tutto supervisionato da software. Il sistema è inoltre in grado di gestire fino a 3 diverse tipologie di testine a rinvio angolare per operazioni in posizioni impossibili da raggiungere per una testa mandrino standard. Sia le testine a rinvio angolare, sia gli utensili che portano a bordo, possono essere scambiati e gestiti automaticamente sui magazzini utensili. Le tavole girevoli sono azionate direttamente da motori torque, privi di ingranaggi e quindi in grado di raggiungere alte velocità e accelerazioni. Un sistema di misura integrato assicura la massima precisione di posizionamento. Il bloccaggio del pallet sulla tavola girevole avviene attraverso 5 dispositivi idraulici. È inoltre previsto un freno a disco idraulico esterno per ottenere una migliore rigidità in lavorazione ad asse B bloccato.

### GESTIONE PALLET E UTENSILI

L'automazione MCM contempla un elevato numero di posti di stoccaggio pallet per ogni cella. Le due nuove unità per MTU sono configurate per 14 e 20 pallet, in grado di gestire pallet di diametro 1.250 mm, 1.400 mm e 1.800 mm. Il trasferimento dei pallet da entrambi i posti operatore agli stoccaggi e ai centri di lavoro avviene tramite una navetta. Un dispositivo di centraggio sovrintende al corretto bloccaggio dei pallet macchina, con una precisione di concentricità di 20 µm. I magazzini utensili del sistema FMS consentono di gestire un numero molto elevato di utensili. L'FMS nel sito produttivo di Monaco, per esempio, comprende 3 magazzini con una capacità di 480 utensili Capto C6 per macchina. Due di questi sono in configurazione "Mirror", cioè in condivisione tra due macchine che, in questo modo, possono accedere a un totale di 960 utensili.

### SOFTWARE E RISPARMIO ENERGETICO

Tutto il sistema FMS viene gestito dal software di supervisione d'impianto jFMX, sviluppato da MCE, divisione informatica di MCM. Il software lavora su una struttura di rete interna (Intranet) in grado di riportare in tempo reale lo stato effettivo dell'impianto e di renderne accessibili i dati sulle postazioni di lavoro soltanto alle persone autorizzate. Il supervisore jFMX si basa su tecnologia Java e consente la gestione completa di un sistema di produzione flessibile: esegue la produzione, coordina l'automazione, gestisce i pallet, le operazioni di carico/scarico pezzi e gli utensili. È previsto il monitoraggio della vita dell'utensile. Organizza anche i programmi, calcola la lavorabilità e formula report di efficienza, produttività e disponibilità dell'impianto rispondendo appieno ai principi di Industry 4.0.

Infine, è stata posta particolare attenzione alla gestione energetica dell'impianto, sfruttando acqua di sorgente disponibile nel luogo di installazione. Un sistema a scambiatori di calore aria-acqua consente il raffreddamento di tutte le unità che sviluppano calore all'interno dei centri di lavoro, dal mandrino alla tavola girevole, dalla testa tilting agli armadi elettrici, al liquido refrigerante. Un'ulteriore caratteristica che si aggiunge a quelle di affidabilità, efficienza, precisione, flessibilità e personalizzazione che hanno spinto MTU Aero Engines a proseguire la collaborazione con MCM.





# SCHEDA TECNICA

## AREA DI LAVORO

Asse X	1.800
Asse Y	1.500
Asse Z	1.630
Avanzamenti (rapido)	40 m/min
Capacità di spinta	2.500 daN
Sistema di misura assi lineari	Righe ottiche pressurizzate Heidenhain
Sistema di misura assi rotativi	Encoder pressurizzati Heidenhain

## Tank 1800 G

### Precisione di posizionamento assi lineari VDI 3441

Precisione di posizionamento (P)	6 µm
Ripetibilità di posizionamento (Ps med)	3 µm

### Precisione di posizionamento assi rotativi VDI 3441

Precisione di posizionamento (P)	5 "
Ripetibilità di posizionamento (Ps med)	3 "

## Mandrino

Attacco	Capto C6
Velocità di rotazione	14.000 rpm
Potenza massima	87,5 kW
Coppia massima	245 Nm
Diametro cuscinetto frontale	Ø 110 mm

## Magazzino utensili mirror

Capacità complessiva	480 utensili per macchina 960 per coppia di macchine
Tipo utensili	Capto C6
Lunghezza massima utensile	400 mm
Peso massimo utensili	15 kg per utensile standard 28 kg per utensile speciale 35 kg per testine a rinvio angolare
Posto Preset	Capacità 5 utensili

## Magazzino Pallet

Dimensione pallet	Ø 1.800 mm - Ø 1.400 mm - Ø 1.250 mm
Diametro ingombro attrezzatura + pezzo	Ø 1.900 mm
Peso massimo ammesso su pallet	1.800 kg
Capacità complessiva	20 posti
Posti operatore	2

## Tavola girevole continua (asse B)

Posizioni asse B	3.600.000
Velocità di rotazione in fresatura	30 rpm
Velocità di rotazione in tornitura	170 rpm
Coppia massima	5.870 Nm

## Testa Tilting (asse A)

Raggio di basculamento	+30°/-130°
Coppia di contouring	400 kgm
Coppia max di azionamento	4.800 Nm

## Opzioni personalizzate integrate

Predisposizione per applicazione di testine a rinvio angolare con cambio utensile sulla testina / Configurazione per lavorazioni di rettifica con ravnivamola all'interno dell'area di lavoro / Scambiatori di calore aria-acqua per raffreddamento impianto tramite acqua di sorgente / Supervisore jFMX

**MCM**

**SEDE PRINCIPALE**

Vigolzone (Piacenza) / Italia

**FILIALI**

MCM France

MCM Germany



MCM U.S.A.

MCM China

[www.mcmspa.it](http://www.mcmspa.it)



- \_ MACHINING CENTERS
- \_ FLEXIBLE AUTOMATION
- \_ SYSTEM INTEGRATION
- \_ SUPERVISING SOFTWARE
- \_ MANUFACTURING TECHNOLOGY
- \_ SERVICE

**MCM S.p.A. - Machining Centers Manufacturing**  
Via Celaschi, 19\_ 29020 Vigolzone / Piacenza / ITALY  
 +39 0523 879811  [mcm@mcmspa.it](mailto:mcm@mcmspa.it) / [divcomm@mcmspa.it](mailto:divcomm@mcmspa.it)  
[www.mcmspa.it](http://www.mcmspa.it)