

# Case Design Sheet

## 1. DESCRIZIONE

**TITOLO: E-SPINDLE – Dai progetti di E-SPINDLE e di e-MACHINING alla Servitizzazione**

PARTNER  
CIMES

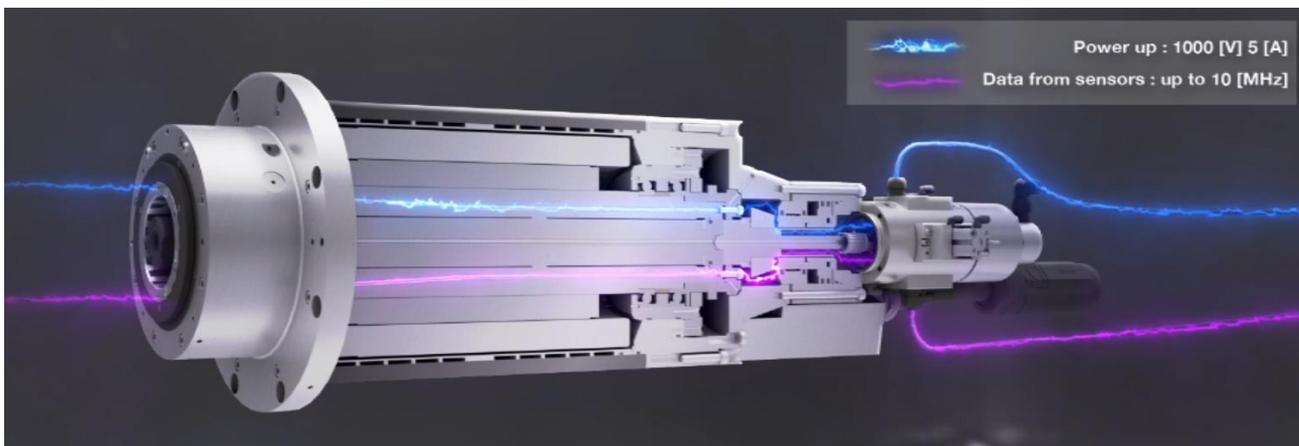
LUOGO  
Francia

PERIODO / DURATA  
2 anni

## 2. TRASFORMAZIONE DIGITALE

### 2.1. TRASFORMAZIONE AZIENDALE

E-SPINDLE è un progetto di R&S (realizzato da Cetim e AMVALOR / Arts et Métiers) che ha avuto come obiettivo quello di sviluppare un mandrino intelligente che fosse un ponte *Industrial Internet of Things* tra il processo di lavorazione e il macchinario.



I principali vantaggi che è stato possibile conseguire hanno riguardato la trasmissione delle informazioni dal processo alla macchina – infatti i sensori situati nel portautensili monitorano il processo in termini di temperatura, pressione, forza, vibrazione ed emissione acustica – e la possibilità di alimentare il processo e fornire elettricità (5kV per canale) a qualsiasi attuatore (cilindro, motori elettrici, piezo-attuatore) situato nel portautensili.

Il concetto globale è stato quello di ottenere segnali precisi e affidabili grazie a sensori integrati in prossimità del processo di lavorazione. Sulla base delle informazioni raccolte, un algoritmo di intelligenza artificiale rileva opportunamente eventuali comportamenti inappropriati e regola in maniera coerente – grazie al CNC – le nuove condizioni di taglio variando velocità ed alimentazione.

Inoltre, l'algoritmo di intelligenza artificiale è programmato anche per intervenire nel portautensili – grazie a degli attuatori – per cambiare la geometria dell'utensile (ad esempio, in termini di

# Case Design Sheet



diametro) oppure per avviare l'attenuazione attiva con piezo-attuatori regolando l'uscita di corrente (2). Per maggiori informazioni è possibile fare riferimento al seguente indirizzo web: <https://www.youtube.com/watch?v=vL4JOCPeapU&>.

Il progetto E-SPINDLE ha consentito di portare sul mercato automobilistico un nuovo modello di business per l'azienda che ha sviluppato il caso. Grazie ad esso è stato possibile, ad esempio, vendere le operazioni di lavorazione come un servizio invece che vendere un impianto di lavorazione. Inserire strumenti di misura nella macchina è risultato di grande interesse per l'azienda che ha sviluppato il caso, in quanto arricchisce il portafoglio delle possibili applicazioni dalla lavorazione sino al lavoro certificato.

## 2.2. CONCETTO

Da un punto di vista concettuale, la trasformazione principale è stata quello di rendere la macchina abilitata per apprendere e auto-regolarsi sulla base dei segnali ricevuti dai sensori. Questa applicazione *Industrial Internet of Things* ha richiesto diversi adeguamenti in quanto si è reso necessario considerare il fatto che la macchina può cambiare o adattarsi in base alle condizioni nonché garantire la sicurezza dell'operatore. Per tale ragione, si è resa necessaria la corretta formazione sia dei tecnici che dei potenziali clienti.

## 2.3. TRASFORMAZIONE TECNICA

Da un punto di vista tecnico l'E-SPINDLE è un utensile inserito in un apposito portautensili equipaggiato con sensori e/o attuatori per migliorare le prestazioni del processo di lavorazione.

## 3. SOLUZIONE

La realizzazione dell'E-SPINDLE ha richiesto la messa a fattore comune del background maturato in anni di esperienza di tre realtà: Cetim, Arts & Métiers e PCI. Le tre organizzazioni hanno messo in condivisione idee, concetti, risultati, conoscenza, pubblicazioni e brevetti rendendo possibile la generazione di metodi di produzione alternativi e di prodotti come l'E-SPINDLE.

Da un punto di vista costruttivo l'E-SPINDLE contiene un totale di 12 binari elettrici che possono essere dedicati all'acquisizione del segnale o all'alimentazione (max 5 KVA ciascuno).

## 4. COMPETENZE CHIAVE

Di seguito sono riportate le principali competenze che sono state richieste per realizzare la soluzione.

- Apprendimento adattivo;
- Automazione;
- Monitoraggio dei dati;

# Case Design Sheet



## 5. RISULTATI

L'E-SPINDLE ha consentito di ottenere i seguenti vantaggi e in particolare si evidenziano i tre ambiti applicativi descritti. Come prima cosa, l'E-SPINDLE può essere utilizzato per monitoraggio in tempo reale delle variabili di processo di taglio, tra cui forza, vibrazione e pressione del refrigerante. Una seconda applicazione riguarda la perforazione adattiva che illustra i vantaggi del controllo delle vibrazioni in corso. Una terza applicazione sono le operazioni di affinamento per evidenziare la misurazione integrata del diametro del pezzo e consentire il controllo continuo degli utensili abrasivi.

## 6. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Lo sviluppo della soluzione tecnologica ha permesso di raggiungere alcuni degli obiettivi che l'azienda realizzatrice aveva inizialmente individuato. In particolare, è stato possibile migliorare la produttività e ottimizzare la durata dell'utensile nonché la qualità del pezzo realizzato attraverso la correzione immediata del processo produttivo. Ciò ha permesso di consentire una lavorazione *smart* e a valore aggiunto, mediante la modifica dei parametri operativi in tempo reale.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- <https://www.ic-arts.eu/e-spindle-lusinage-intelligent-debarque-sur-lemo-2019/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=vL4JOCPeapU&feature=youtu.be>
- <https://www.cetim-engineering.com/smart-machining-on-display-at-the-emo-event-with-e-spindle/>
- <https://www.manufacturingtomorrow.com/news/2019/10/03/pci-scemm-introduces-e-spindle-that-monitors-cutting-processes-in-real-time-to-optimize-tool-life-and-workpiece-quality-/14104/>
- <https://absolutemachine.com/pci-scemms-e-spindle/>

## 8. APPENDICE

-