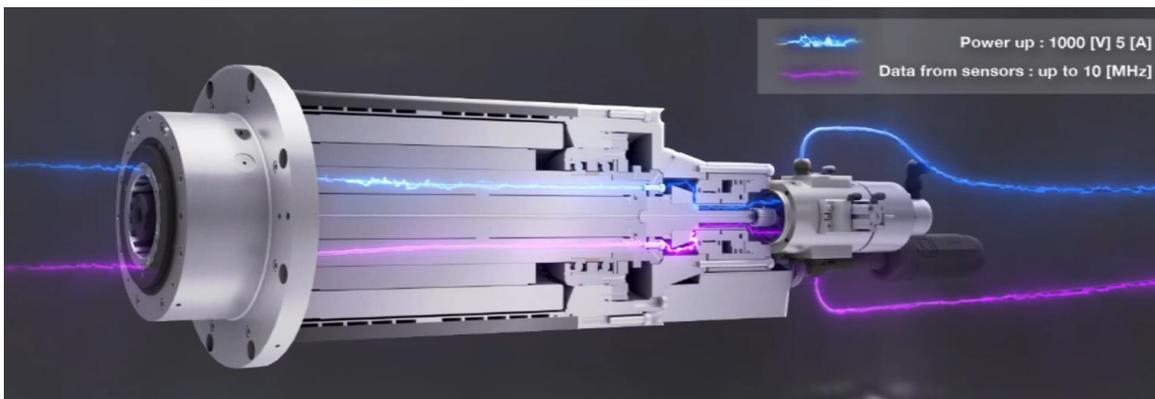


## 1. USE CAS BESCHREIBUNG

### TITEL: E-SPINDLE – Von e-Spindel und e-Bearbeitungsprojekt bis zur Wartung

PARTNER	ORT	ZEIT/DAUER
CIMES	Frankreich	2 Jahre

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojekts eSPINDLE ist die Entwicklung einer intelligenten Spindel für die intelligente Bearbeitung. Das Gerät ist die IIoT-Brücke zwischen Prozess und Maschine.



Diese brandneue Erfindung erlaubt zwei Wege:

1. Informationen aus dem Prozess in die Maschine bringen. Ein beliebiger Sensor, der sich im Werkzeughalter befindet und den Prozess in Bezug auf Temperatur, Druck, Festigkeit, Vibration, Schallemission usw. überwacht.
2. Den Prozess einschalten und die Versorgung eines im Werkzeughalter befindlichen Stellantriebs mit Strom (5 kVA pro Kanal). Dies können sein: Zylinder, Elektromotoren, Piezoaktor usw.

Das globale Konzept besteht darin, genaue und zuverlässige Signale dank eingebetteter Sensoren in der Nähe des Bearbeitungsprozesses zu erhalten. Dies ist ein Signal in (1).

Auf Grundlage der gesammelten Informationen arbeitet die künstliche Intelligenz daran, jedes unangemessene Verhalten zu erkennen und neue Schnittbedingungen zu schaffen, wie

- Die Anpassung der Schnittbedingungen: neue Geschwindigkeit, Vorschub, usw. dank der CNC.
- Einwirken in den Werkzeughalter dank der Aktuatoren: Änderung der Werkzeuggeometrie (z.B. größerer Durchmesser bei einem Bohrwerkzeug), Start der aktiven Dämpfung mit Piezoaktuatoren, usw. dies alles wird dank der Leistungsabgabe (2) erreicht.

Beispiele: siehe <https://www.youtube.com/watch?v=vL4JOCPeapU&>

Dieses Projekt wurde mit Cetim und AMVALOR / Arts et Métiers geleitet.

## 2. HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

### 2.1 UNTERNEHMENSTRANSFORMATION

Das eSPINDLE-Projekt ermöglicht es, ein völlig neues Geschäftsmodell für PCI auf den Automobilmarkt zu bringen. Beispielsweise ist es nun möglich, Bearbeitungsvorgänge als Dienstleistung zu verkaufen, anstatt wie heutzutage Bearbeitungseinrichtungen zu verkaufen.

Es ist zum Beispiel auffällig, dass das Einbringen von Messungen in die Maschine von großem Interesse für PCI ist, das sein Anwendungsportfolio von der Bearbeitung bis zum zertifizierten Werkstück bereichert. Dies ist ein weiterer Schritt in dem selbstintegrierten Angebot der Türkei. Dies bringt auch die Notwendigkeit mit sich, PCI-Produkte als Messmittel zu zertifizieren.

### 2.2 KONZEPTIONELLE TRANSFORMATION

Die Haupttransformation besteht darin, dass die Ingenieure zugeben müssen, dass die Maschine von den Sensoren lernt und wissen wird, wie sie sich immer besser einstellen kann. Diese IIoT-Anwendung erfordert mehrere Änderungen

- Berücksichtigung der Tatsache, dass sich die Maschine je nach ihrer Umgebung verändern oder anpassen kann, und Gewährleistung der Sicherheit des Betreibers unter allen Bedingungen,
- Einbringen neuer Vertragsklauseln, das das System automatisch bestimmt und nicht wie bisher starr ist,
- Die PCI-Ingenieure und die Kunden entsprechend zu schulen.

### 2.3 TECHNISCHE TRANSFORMATION

Die eSPINDLE ist ein Werkzeug. Dieses Basiswerkzeug erfordert Werkzeughalter mit Sensoren und/oder Aktuatoren, um die Leistung des Bearbeitungsprozesses zu verbessern.

## 3. LÖSUNG

Die Lösung besteht darin, einen gemeinsamen 10-jährigen Hintergrund von Cetim, Arts & Métiers und PCI in Bezug auf Ideen, Konzepte, Ergebnisse, Wissen, Veröffentlichungen und Patente zu sammeln. Dies macht alternative Herstellungsverfahren und Produkte wie eSPINDLE möglich.

eSPINDLE verfügt über insgesamt 12 elektrische Bahnen, die für die Signalerfassung oder die Stromversorgung (jeweils max. 5 kVA) verwendet werden können. Die einzige Grenze ist die Technik, die in den Werkzeughalter eingebracht wird!

## 4. SCHLÜSSELQUALIFIKATIONEN UND -KOMPETENZEN

- Adaptives Lernen
- Automatisierung
- Datenüberwachung

## 5. ERGEBNISSE

Drei e-SPINDLE-Anwendungen stellten eine intelligente Bearbeitungstechnologie vor:

- Eine Werkzeughalter-Demonstration, bei der die Echtzeit-Überwachung von Schnittprozessvariablen wie Kraft, Vibration und Kühlmitteldruck im Vordergrund steht,
- Eine adaptive Bohranwendung, die die Vorteile der laufenden Schwingungskontrolle veranschaulicht,
- Eine Honwerkzeug-Operation, die die integrierte Messung des Werkstückdurchmessers hervorhebt, um eine kontinuierliche Kontrolle der abrasiven Honwerkzeuge zu ermöglichen.

## 6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Entwicklung dieser neuen technologischen Lösungen hat es ermöglicht, einige anfänglich Ziele zu erreichen, wie untenstehend erwähnt:

- Verbesserung der Produktivität und Optimierung der Werkzeugstandzeit und Werkstückqualität mit sofortiger Prozesskorrektur,
- Ermöglichung einer intelligenten Mehrwert-Verarbeitung
- Änderung der Betriebsparameter in Echtzeit.

## 7. LITERATURNACHWEIS

- <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. ANHANG

-