

**Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche**

**Université de Franche-Comté**  
**Maison de l'Université**  
**1, Rue Goudimel**  
**25030 Besançon**  
*Tel : 03.81.66.50.79*

[Service.marches@univ-fcomte.fr](mailto:Service.marches@univ-fcomte.fr)

## **MARCHÉ PUBLIC**

### **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES**

### **APPEL D'OFFRES OUVERT**

**CCAP n °22.002 du 10/01/2022**

**OBJET DE LA CONSULTATION**

### **MICRO-CAPTEURS INNOVANTS POUR L'INDUSTRIE 4.0**

### **DATE LIMITE DE RECEPTION DES OFFRES**

**Jeudi 3 mars 2022 à 12h00 (heure de Paris)**

Dossier établi par :  
Julien Bourgeois (03 81 99 47 76)

***Procédure de Consultation utilisée : Appel d'Offres Ouvert en application des articles R21241, R2161-2, R2161-5, R2162-1 à R2162-14 et R2113-4 du code de la commande publique.***

## Objective

Production lines deployed in industry have benefited from all possible advances in automation (Industry 3.0). Today, to further improve their flexibility, reliability and productivity, they can benefit from new advances in computer science in the field of artificial intelligence and the Internet of Things (Industry 4.0).

In particular, it is often difficult to trace the cause of a breakdown or stoppage of a production line because it requires the analysis of many parameters. Similarly, optimizing product quality is often complicated because it depends on many criteria. Most robots in production lines have specific tasks to perform, but they do not know how to adapt to certain changes. For example, when the tolerances between two parts are not compatible, they will be discarded when they could have been associated with other parts.

The transformation of production equipment to Industry 4.0 standards is often a long and complex process, especially for the smallest structures: VSEs/SMEs in the region that do not have the human resources necessary to engage in this transformation despite a strong interest. However, these production problems have immediate impacts linked to non-quality (rejects), line stoppages (non-production) and the importance of repairs to unanticipated breakdowns. In a more general way, the productivity and thus the competitiveness of these production lines (and by extension of the productive apparatus as a whole) are reduced.

We propose to install a test line equipped with new types of data collection sensors and enhanced with artificial intelligence techniques. This line, installed in partnership with the UIMM in the Mattern Lab - center for the acceleration of the Industry of the Future in Nord-Franche-Comté - will serve as a support to companies in the region to assist them in the transformation of their production processes related to the possibilities offered by Industry 4.0.

Two main sources of data are present in a production line:

- The first comes from the automatons driving the robots, whose numerous parameters are not currently exploited because they are too numerous for a human expert to aggregate
- The second source comes from sensors located either on the line or on the objects produced

The installation of traditional sensors is a cumbersome process that requires a production line shutdown, which in itself is a barrier to their installation for manufacturers. Moreover, experience shows that they often do not give the expected results because the data collected via these sensors are not always relevant.

We therefore propose to use autonomous micro-sensors that can be placed on the robots, on the parts or elsewhere on the line, which will allow to easily reconfigure their location, without stopping the line. These micro-sensors will record different physical quantities: temperature, humidity and motion.

## Technical requirements of the micro-sensors

- Size:  $< 1,8 \text{ cm}^3$
- Processing capacity: ARM Cortex M0 processor, 16kB SRAM
- Autonomy: 3 years life time on integrated battery

- Sensors: Temperature (+/- 0.1C), Humidity (+/- 1.5% RH), Motion (1 mg)
- Communication: The micro-sensor will include a GOC (global optical communication) data link allowing communication to the mote for programming and data download through light modulation. The micro-sensor will include an MRR (medium-range radio) which can support 915MHz RF communication from the mote to egress data with 100 m Line-of-Sight.

## Programming environment

- Hardware: programming is performed through optical communication link with a supplied programming wand. The hardware for programming will be provided.
- Software: The micro-sensors must be programmable using a classic programming language like C. The executable can be loaded and executed by the micro-sensor.

## Actuation capabilities

To enable actuation, a prototype of high voltage capability will be developed and included in new kinds of micro-sensors capable of generating +70 Volts and -30 Volts. Multiple individual outputs will be provided which are each individually controllable under the control of the micro-sensors processor and software. Voltage level will be controlled and could be set differently for different outputs to fit diverse actuation needs.

These new kinds of micro-sensors with actuation capabilities will allow new kinds of applications in various areas.

## Miscellaneous

### Guarantee

Units must be replaced upon failure or malfunctioning up to 1 year after delivery

### Documentation

Documentation must be provided for the sensor detailing their operation, programming, and use. Documentation must be provided at the same time as delivery of the sensors.

### Delivery

The micro-sensors will need to be fully encapsulated to make them robust in handling and to protect the electronics from light while providing light access to those parts of the micro-sensor that require it for GOC and energy harvesting.

Micro-sensors must be tested, charged, and programmed with initial operating code, prior to shipment. Operation must be verified over ambient temperature from 10 – 40 C. RF (MRR) and optical (GOC) communication must be confirmed prior to shipment. Delivery must also include documentation and training on use of Motes and support for programming during the contract period specified above.

Les lignes de production déployées dans l'industrie ont bénéficié de toutes les avancées possibles en matière d'automatisation (Industrie 3.0). Aujourd'hui, pour améliorer encore leur flexibilité, leur fiabilité et leur productivité, elles peuvent bénéficier des nouvelles avancées de l'informatique dans le domaine de l'intelligence artificielle et de l'Internet des objets (Industrie 4.0).

En particulier, il est souvent difficile de retrouver la cause d'une panne ou d'un arrêt d'une ligne de production car cela nécessite l'analyse de nombreux paramètres. De même, l'optimisation de la qualité des produits est souvent compliquée car elle dépend de nombreux critères. La plupart des robots des lignes de production ont des tâches précises à accomplir, mais ils ne savent pas comment s'adapter à certains changements. Par exemple, lorsque les tolérances entre deux pièces ne sont pas compatibles, elles seront mises au rebut alors qu'elles auraient pu être associées à d'autres pièces.

La transformation des équipements de production aux normes de l'industrie 4.0 est souvent un processus long et complexe, notamment pour les plus petites structures : TPE/PME de la région qui ne disposent pas des ressources humaines nécessaires pour s'engager dans cette transformation malgré un fort intérêt. Or, ces problèmes de production ont des impacts immédiats liés à la non-qualité (rebuts), aux arrêts de chaîne (non-production) et à l'importance des réparations des pannes imprévues. De manière plus générale, la productivité et donc la compétitivité de ces lignes de production (et par extension de l'appareil productif dans son ensemble) sont réduites.

Nous proposons d'installer une ligne de test équipée de nouveaux types de capteurs de collecte de données et enrichie de techniques d'intelligence artificielle. Cette ligne, installée en partenariat avec l'UIMM au sein du Mattern Lab - centre d'accélération de l'Industrie du Futur en Nord-Franche-Comté - servira de support aux entreprises de la région pour les accompagner dans la transformation de leurs processus de production liés aux possibilités offertes par l'Industrie 4.0.

Deux sources principales de données sont présentes dans une ligne de production :

- La première provient des automates pilotant les robots, dont les nombreux paramètres ne sont actuellement pas exploités car trop nombreux pour qu'un expert humain puisse les agréger....
- La seconde source provient de capteurs situés soit sur la ligne, soit sur les objets produits.

L'installation de capteurs traditionnels est un processus lourd qui nécessite un arrêt de la ligne de production, ce qui constitue en soi un frein à leur installation pour les industriels. De plus, l'expérience montre qu'ils ne donnent souvent pas les résultats escomptés car les données collectées via ces capteurs ne sont pas toujours pertinentes.

Nous proposons donc d'utiliser des micro-capteurs autonomes qui peuvent être placés sur les robots, sur les pièces ou ailleurs sur la ligne, ce qui permettra de reconfigurer facilement leur emplacement, sans arrêter la ligne. Ces micro-capteurs enregistreront différentes quantités physiques : température, humidité et mouvement.

## Exigences techniques des microcapteurs

- Taille : < 1,8 cm<sup>3</sup>
- Capacité de traitement : Processeur ARM Cortex M0, 16kB SRAM
- Autonomie : 3 ans de vie sur batterie intégrée
- Capteurs : Température (+/- 0,1°C), Humidité (+/- 1,5% RH), Mouvement (1 mg)
- Communication : Le micro-capteur comprendra une liaison de données GOC (communication optique globale) permettant la communication avec la mote pour la programmation et le téléchargement de données par modulation de lumière. Le microcapteur comprendra une radio à moyenne portée (MRR) capable de prendre en charge la communication RF à 915 MHz entre la tête et la sortie des données avec une visibilité directe de 100 m.

## Environnement de programmation

- Matériel : la programmation est effectuée par liaison de communication optique avec une baguette de programmation fournie. Le matériel de programmation sera fourni.
- Logiciel : Les microcapteurs doivent être programmables à l'aide d'un langage de programmation classique comme le C. L'exécutable peut être chargé et exécuté par le microcapteur.

### Capacités d'actionnement

Pour permettre l'actionnement, un prototype de capacité haute tension sera développé et inclus dans de nouveaux types de microcapteurs capables de générer +70 volts et -30 volts. De multiples sorties individuelles seront fournies, chacune étant contrôlable individuellement sous le contrôle du processeur et du logiciel des microcapteurs. Le niveau de tension sera contrôlé et pourra être réglé différemment pour les différentes sorties afin de répondre à divers besoins d'actionnement.

Ces nouveaux types de microcapteurs dotés de capacités d'actionnement permettront de nouveaux types d'applications dans divers domaines.

## Divers

### Garantie

Les appareils doivent être remplacés en cas de panne ou de dysfonctionnement jusqu'à 1 an après la livraison.

### Documentation

Une documentation doit être fournie pour le capteur, détaillant son fonctionnement, sa programmation et son utilisation. La documentation doit être fournie en même temps que la livraison des capteurs.

### Livraison

Les microcapteurs devront être entièrement encapsulés afin de les rendre robustes lors de la manipulation et de protéger l'électronique de la lumière tout en permettant l'accès à la lumière aux parties du microcapteur qui en ont besoin pour le GOC et la récolte d'énergie.

Les microcapteurs doivent être testés, chargés et programmés avec le code de fonctionnement initial, avant d'être expédiés. Le fonctionnement doit être vérifié à une température ambiante comprise entre 10 et 40 °C. La communication RF (MRR) et optique (GOC) doit être confirmée avant l'expédition. La livraison doit également inclure la

documentation et la formation sur l'utilisation des Motes et l'assistance à la programmation pendant la période du contrat spécifiée ci-dessus.

Signature du candidat (Responsable de la Société) précédée de la mention manuscrite « lu et approuvé »

Date