

# Rétroéquipement IoT

## Adaptation des machines à interface RS-232 à l'industrie 4.0

Matthias Lay (Würth Elektronik eiSos)

Dans les environnements industriels, on trouve souvent des vieilles machines encore parfaitement opérationnelles, mais auxquelles il manque une interface avec un système de bus industriel. Cette situation peut être élégamment résolue par un rétroéquipement (retrofit) IoT, comme le montre l'exemple d'une machine à souder automatique dotée d'une interface RS-232.

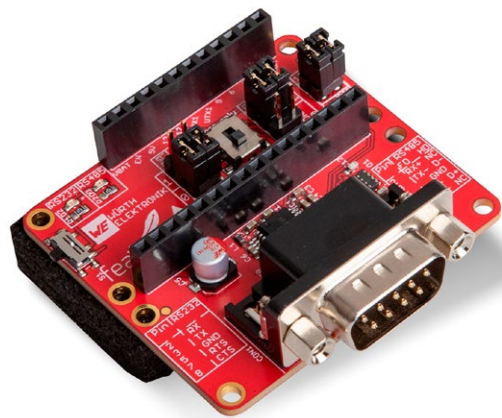


Figure 1. Pont série FeatherWing de Würth Elektronik pour les protocoles RS-232, RS-422 and RS-485.

La numérisation croissante de l'industrie, souvent nommée Industrie 4.0, et la généralisation de l'internet industriel des objets (IIoT) nécessitent une mise en réseau toujours plus poussée des machines dans les usines de production. Les avantages de la mise en réseau dans l'environnement industriel sont déjà bien connus [1] et son importance dans le succès futur des entreprises est incontestée. Néanmoins, sa mise en œuvre effective pose toujours des difficultés. Selon une enquête du Vogel Communications Group, le problème de l'interfaçage est l'un des défis à relever lors de la mise en œuvre de projets IIoT. Les machines de production sont en effet incapables de communiquer avec d'autres systèmes en raison d'un manque de normalisation des protocoles et des interfaces, si ce n'est de leur absence totale.

Une solution possible est d'appliquer la stratégie IIoT dite Greenfield qui consiste à remplacer toutes les vieilles machines par de nouvelles machines compatibles IIoT dotées d'interfaces normalisées. Mais cette approche n'est évidemment guère raisonnable d'un point de vue économique ou écologique [2].

### Prototypage rapide avec les modules Feather

Les modules Feather et FeatherWing sont idéaux pour le prototypage rapide dans

le cadre de projets de rétroéquipement. Les cartes d'évaluation sont de conception modulaire et peuvent être enfichées les unes dans les autres. Grâce au format unique de la plateforme Adafruit Feather et à la possibilité d'empiler plusieurs cartes les unes sur les autres, elles offrent la possibilité d'ajouter d'autres fonctions et interfaces au moyen de n'importe quel microcontrôleur, ce qui permet de réaliser des prototypes matériels opérationnels et d'évaluer différentes configurations en un temps très court.

Würth Elektronik propose une gamme de cartes d'évaluation de ce type - open source et entièrement compatibles avec le format Feather. Outre l'utilisation de capteurs et de divers protocoles radio (WiFi/radio mobile) et le fonctionnement du prototype sous différentes tensions d'alimentation, ces cartes permettent également d'ajouter des interfaces industrielles. Il existe un dépôt GitHub [3] pour toutes les cartes open source, y compris leurs schémas, listes de composants, logiciels et descriptions de la connectivité cloud pour Azure et AWS.

### Lecture de l'interface RS-232

Dans les projets de rétroéquipement, il est particulièrement intéressant de réutiliser les interfaces de machines existantes non compatibles avec l'IIoT. Cela permet d'enregistrer et d'analyser les paramètres

de la machine sans qu'il soit nécessaire de rajouter des capteurs externes.

L'interface RS-232 est celle qu'on trouve le plus fréquemment sur les anciennes machines. Elle est très robuste malgré sa simplicité. Une maîtrise de ses paramètres de base : la vitesse de transmission, la parité et les bits d'arrêt, suffit en général pour arriver à transmettre les données avec succès.

Pour connecter une interface RS-232 au microcontrôleur du prototype de mise à niveau, on utilise un pont série FeatherWing de Würth Elektronik (figure 1). Il convertit une interface série en une interface UART, disponible sur la plupart des microcontrôleurs. En configurant l'interface UART du microcontrôleur par logiciel, on peut utiliser des protocoles de communication courants tels que MODBUS ou ASCII et, en configurant le pont série, les normes de communication physique RS-232, RS-422 et RS-485 peuvent être opérées dans les modes de fonctionnement half et full duplex.

### Connexion IoT via Wi-Fi/MQTT

Une interface IoT appropriée est nécessaire pour intégrer les prototypes de mise à niveau dans un système IoT existant. Le protocole MQTT, l'un des protocoles les plus largement utilisés dans le monde de l'IoT, peut être utilisé comme protocole pour l'interface. En raison de sa simplicité et de

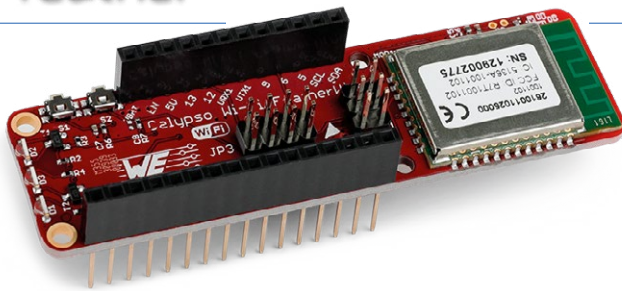


Figure 2. Il est facile de réaliser une communication sans fil WiFi avec Calypso FeatherWing de Würth Elektronik.

ses faibles exigences en matière de bande passante, il est particulièrement adapté à la réception de données provenant de nombreuses machines différentes [4]. Son avantage est qu'il peut être basé sur n'importe quel type de communication TCP. L'écosystème Feather permet d'utiliser différentes méthodes de transmission en fonction des besoins du rétroéquipement : par exemple, une transmission par câble, en utilisant un FeatherWing Ethernet ou une transmission sans fil avec un FeatherWing radio.

Comme le prototype devait être mis en œuvre et testé le plus rapidement possible, le choix s'est porté sur le FeatherWing Calypso WiFi de Würth Elektronik (figure 2). Il peut être facilement intégré dans le réseau local d'une usine de production via les points d'accès WiFi existants (figure 3) et élimine la nécessité de tirer des câbles Ethernet supplémentaires.

### Mise en œuvre

La numérisation de l'unité de soudage d'une chaîne de production sert d'exemple pratique pour la mise en œuvre d'un prototype (figure 4). Ce maillon de la chaîne de production a été identifié à priori comme le plus apte à être modernisé. L'idée de base est qu'en évaluant les paramètres de soudage, il est possible de tirer des conclusions sur l'état courant de la thermode. Ces informations peuvent indiquer au personnel de maintenance si une thermode risque d'atteindre sa limite de fonctionnement au cours de la prochaine période de production. De cette manière, la thermode peut

être remplacée avant que la défaillance réelle ne se produise, afin d'éviter un arrêt imprévu de la chaîne de production.

Le pont série FeatherWing est configuré par logiciel en mode RS-232 en fonction de la machine à équiper et adapté à la vitesse de transmission et à la configuration du convertisseur de soudage. Après chaque soudure par point, le convertisseur transmet tous les paramètres enregistrés pour cette soudure en utilisant le protocole ASCII.

Les données de soudage sont déjà transférées au sein de la machine via RS-232 du convertisseur de soudage à l'automate programmable afin de créer un rapport d'assurance qualité local. Pour pouvoir lire cette transmission de données, la voie de réception RS-232 du côté de l'automate programmable et le potentiel de référence RS-232 doivent être matériellement accessibles et être connectés au pont série FeatherWing. Le prototype lit alors en continu les transmissions RS-232 et convertit les données transmises dans le format de données requis par le système IoT.

Le microcontrôleur transmet ensuite les données au module WiFi FeatherWing Calypso. Celui-ci est connecté au réseau IIoT local et peut donc transmettre les données directement au système IoT.

Les données maintenant disponibles dans le système IoT (figure 5) peuvent être utilisées pour obtenir une vue en temps réel des paramètres de soudage et de l'utilisation de la ligne de production et, à l'étape suivante, pour effectuer une analyse des données sur la base des paramètres de soudage.



Figure 4. Machine à module de soudage pour le rétroéquipement.

### Amélioration des processus par l'analyse

Le prototype fonctionne et permet de contrôler en continu l'utilisation de la machine, le temps de cycle et les paramètres de soudage. Il permet également d'estimer l'état de la thermode.

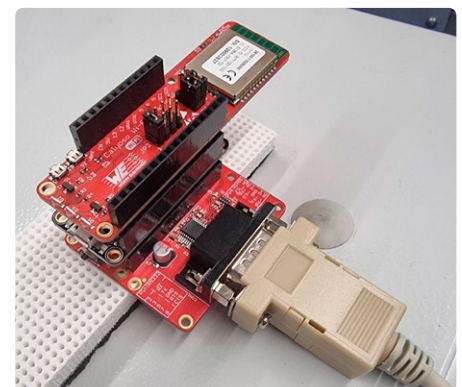


Figure 5. Modules Feather empilés, dessus : Calypso WiFi module, milieu : microcontrôleur M0, dessous : pont série.

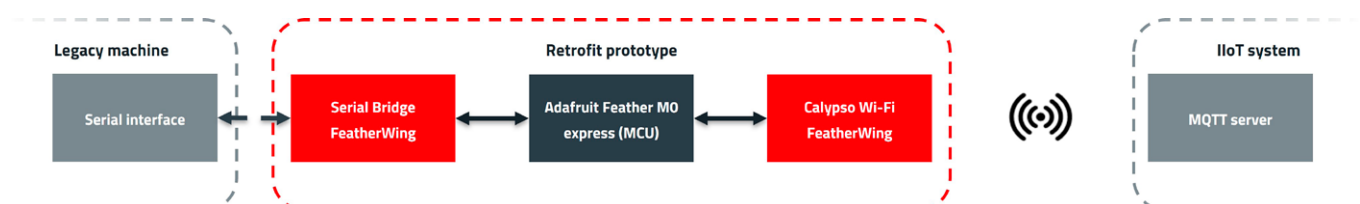


Figure 3. Diagramme de flux de données de la connexion de l'ancienne machine au système IIoT existant.

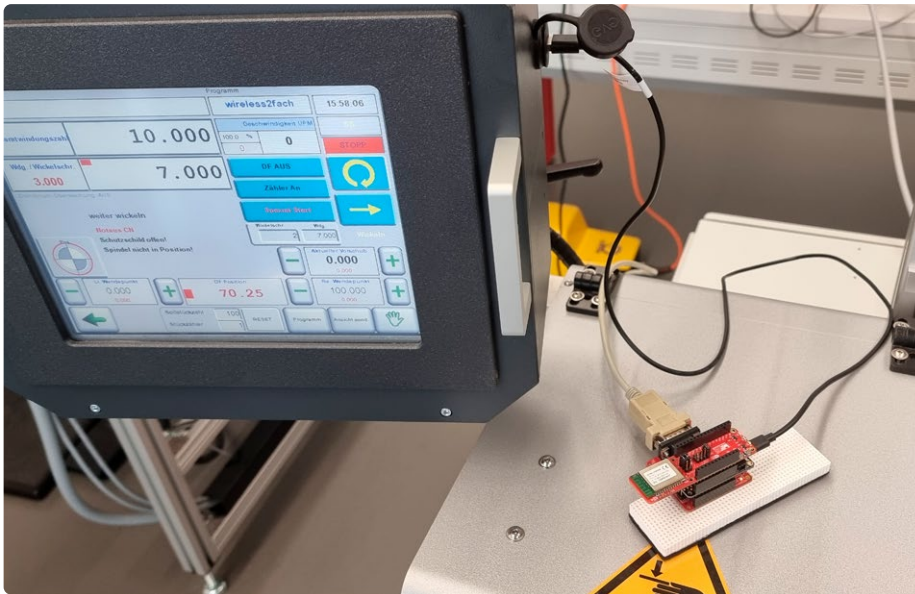


Figure 6. Le même prototype équipant une machine à bobiner.

L'analyse des données enregistrées a déjà permis de déterminer que l'ajustement de certains paramètres de soudage a des effets bénéfiques sur la durée de vie de la thermode. Par exemple, il est apparu clairement qu'en réduisant la puissance de soudage et en augmentant la durée du soudage, il est possible d'allonger nettement cette durée de vie avec une augmentation minime de la durée du cycle. Cependant, la mise en œuvre du prototype de rétroéquipement n'a pas été sans poser de problèmes. Comme le convertisseur de soudage est logé dans la base de la machine et que cette base est entièrement recouverte de panneaux métalliques, elle agit comme une cage de Faraday. Le prototype a donc dû être monté à l'extérieur de la base pour garantir une liaison sans fil stable au point d'accès. En outre, la configuration actuelle ne

permet aux données de circuler que dans une seule direction, à savoir du convertisseur de soudage au système IoT. La raison en est que la communication RS-232 n'utilise que deux lignes de données et qu'il ne peut y avoir qu'un émetteur actif par ligne de données. Pour pouvoir modifier à l'avenir les paramètres de soudage à l'aide du système IoT, la communication doit être bidirectionnelle. À cette fin, une extension du prototype avec un pont série FeatherWing supplémentaire est envisagée. Cela permettrait non seulement de lire la communication, mais aussi d'envoyer des ajustements de paramètres au convertisseur de soudage. Le prototype présenté, utilisé sur un convertisseur de soudage, peut l'être de différentes manières : par exemple, la **figure 6** montre un prototype identique installé sur une machine à bobiner.

## FeatherWing, kit de base du prototypage

En conclusion, on peut dire que l'utilisation du format Feather permet de raccourcir substantiellement le temps de développement lors de la création du prototype matériel. Au lieu de concevoir une carte avec tous les composants nécessaires, de l'assembler et de la mettre en service, les cartes d'évaluation au format Feather sont simplement spécifiées selon la fonction requise et branchées ensemble. Cela signifie que le développement du logiciel peut commencer très rapidement et que le prototype matériel peut être modifié beaucoup plus facilement en cas de problèmes imprévus ou de changement du cahier des charges. En bref, l'utilisation du format Feather rend le développement du matériel plus souple et accélère considérablement l'ensemble du processus de prototypage. ◀

Vf : Helmut Müller — 240280-04



### À propos de l'auteur

Matthias Lay a étudié le génie électrique à l'Université des Sciences Appliquées de Heilbronn, où il s'est spécialisé dans la technologie de l'automatisation et a obtenu une maîtrise en sciences. Il travaille chez Würth Elektronik eiSos depuis 2019, d'abord dans les domaines du développement matériel et logiciel, puis, depuis 2023, comme ingénieur système IoT, avec un accent sur l'IIoT et le rétroéquipement.

## LIENS

- [1] Sniderman, B. et al.: Industry 4.0 et les écosystèmes de fabrication – Exploration du monde des entreprises connectées. Deloitte : <https://tinyurl.com/5745usv8>
- [2] Pietrangeli, I. et al.: Le rétroéquipement intelligent : une solution innovante et durable. MDPI : <https://mdpi.com/2075-1702/11/5/523>
- [3] Dépôt GitHub : <https://github.com/WurthElektronik/FeatherWings>
- [4] Ries, U.: Le protocole MQTT : Échanges IoT librement accessibles dans les réacteurs ou les prisons. Heise Security [en Allemand] : <https://tinyurl.com/388rykb>