

des outils pour soutenir le développement de capteurs à faible coût



Par Stuart Cording,
pour Mouser Electronics

Les ingénieurs utilisent des capteurs, notamment dans des applications qui requièrent de surveiller un environnement. Ces capteurs mesurent des quantités physiques – par exemple, le taux d'humidité – et les convertissent en signaux qui peuvent ensuite être traités par ordinateur. L'équipe chargée de définir les caractéristiques des capteurs devra tenir compte non seulement de la précision et de la plage des mesures, mais aussi d'autres aspects comme la solidité des capteurs et leur étanchéité à la poussière ou aux liquides. Bien sûr, plus un capteur est solide ou résistant à l'environnement dans lequel il sera utilisé, plus il est coûteux. Cela peut s'avérer problématique dans la mise en œuvre des capteurs sélectionnés, car un coût d'achat élevé peut freiner leur déploiement.

Cette problématique se pose par exemple dans le domaine de la mesure de particules, lorsque des capteurs sont utilisés pour collecter des données permettant de quantifier la pollution de l'air. Les capteurs gravimétriques utilisés pour mesurer avec une grande précision les particules en suspension dans l'air sont coûteux. Ils n'en sont pas moins extrêmement fiables pour fournir les données indispensables à l'élaboration de mesures correctives efficaces (par exemple, modifier les règles de circulation dans une ville). Ce problème de coût prend toutefois de plus en plus d'importance dans l'équation. En effet, pour obtenir une vision plus granulaire du sujet étudié, il faut déployer un nombre conséquent de capteurs. Or, leur prix peut être un frein à un déploiement à plus large échelle. C'est dans cette optique que de nombreux efforts sont déployés pour développer des capteurs alternatifs, moins chers, mais avec des performances similaires [1].

De nombreux ingénieurs sont donc confrontés à ce dilemme pour répondre au besoin de réaliser des mesures : il leur faut trouver un juste équilibre entre, d'une part, la taille du système, son coût total, sa solidité, sa consommation d'énergie, etc., et, d'autre part, la précision, la linéarité et l'hystérésis du capteur utilisé. L'équipement de



Figure 1. Associés à un smartphone ou une tablette compatible Bluetooth et à l'application ExView, les compteurs environnementaux Extech 250 W prennent en charge la collecte de données à long terme.



Figure 2. Le MachineryMate 800 (MAC800) est un appareil de mesure portatif destiné à la surveillance des vibrations des pompes, des moteurs, des ventilateurs et des roulements.

test doit être sélectionné en connaissance de cause de sorte que le capteur en cours de développement puisse être évalué, comparé et éventuellement calibré par rapport à une solution plus précise.

Comparer votre capteur avec des mesures de l'environnement

Les compteurs portatifs constituent une solution idéale dans le cadre de conceptions de détection simples. Ils peuvent facilement être placés ou installés dans une configuration de test en parallèle de l'application en cours de développement. Les appareils alimentés par batterie permettent de se passer d'un câble d'alimentation et d'un boîtier d'alimentation avec prise murale. Quant à l'affichage, il doit être assez clair et assez large pour une lecture aisée des valeurs mesurées. Les compteurs environnementaux avec connexion Bluetooth Extech 250 W [2] constituent un excellent choix pour un large éventail de tâches de collecte de données. Une gamme de cinq appareils couvre la majorité des besoins de mesures : vitesse de l'air, niveau sonore, humidité, température de l'air, vitesse de rotation et intensité lumineuse (voir **figure 1**). Avec ses dimensions compactes de $150 \times 53 \times 28$ mm ($5,9 \times 2,1 \times 1,1$ po) et son poids plume de 80,5 g (2,8 oz), le RH250W mesure l'humidité relative de 0 à 100 % avec une précision de $\pm 5\%$ et la température de l'air ambiant de -10 à 60 °C (14 à 140 °F) avec une précision de $\pm 1\%$. Comme pour tous les appareils de cette série, l'alimentation est assurée par trois piles AAA (1,5 V) incluses. Une fonction d'arrêt automatique permet d'en prolonger la durée de vie. L'appareil est doté sur le haut de la face avant d'un grand écran LCD avec rétroéclairage capable d'afficher les valeurs maximales et minimales relevées en plus de la dernière valeur mesurée. Un pas de vis permet également de monter l'appareil sur un trépied standard (1/4 po) qui lui conférera une plus grande stabilité lorsqu'il est utilisé de façon prolongée pour la collecte de données. Extech propose également une solution pour les mesures d'intensité lumineuse avec le LT250W. Les données sont collectées à une fréquence de deux échantillons par seconde. La plage de mesure s'étend jusqu'à 100 000 Lux (10 000 Fc). En dessous de 9999 Lux, la résolution maximale est de 1 Lux avec une précision de lecture de $\pm 4\%$. Au-delà, la résolution passe à 10 Lux pour des valeurs supérieures ou égales à 10 000 Lux et 100 Lux pour $\geq 100 000$ Lux, avec dans les deux cas une précision de lecture de $\pm 5\%$. Toute cette gamme de compteurs environnementaux Extech est dotée d'une interface Bluetooth qui prend en charge la transmission de données sur une portée de 90 m en visibilité directe. Les mesures peuvent être collectées sur un smartphone ou une tablette à l'aide de l'application ExView disponible pour les appareils iOS [3] et Android [4]. Grâce à cette application, un maximum de huit compteurs peuvent être connectés à un seul appareil. Il est également possible de définir des alarmes sonores pour les valeurs minimales et maximales. L'utilisation d'un format de fichier courant (CSV avec valeurs séparées par des virgules) permet d'importer facilement les données dans les outils d'analyse. L'application vous permet enfin d'intégrer à vos rapports PDF les photos de votre configuration de test que vous aurez prises avec votre mobile.



Figure 3. Les compteurs d'énergie EMpro II de Phoenix Contact permettent d'assurer une surveillance à distance avec ou sans écran d'affichage.

La vibration et la maintenance prédictive

Nombre d'entre nous auront certainement déjà rencontré un de ces ingénieurs capables de « savoir » quand une pièce d'équipement est en fin de vie. Des années passées à écouter les sons et à ressentir les vibrations des moteurs et des convoyeurs leur ont conféré cet étonnant don de sentir arriver la panne imminente. Cependant, les systèmes industriels hautement automatisés d'aujourd'hui nécessitent un dispositif de détection, disons, plus numérique. Pour distinguer les bonnes des mauvaises vibrations lors du développement de solutions de maintenance prédictive, les développeurs peuvent se tourner vers MachineryMate, une gamme de kits pour compteurs de vibrations portatifs proposée par Amphenol Wilcoxon.

MachineryMate 200 [5] (MAC200) est un outil portatif de surveillance et d'analyse des vibrations adapté au diagnostic des défauts de moteurs, de pompes, de ventilateurs et de roulements. Alimenté par deux piles AA (1,5 V) assurant 50 heures de fonctionnement et certifié IP67, ce vibromètre affiche les valeurs mesurées selon un code couleur. Les couleurs utilisées pour afficher l'amplitude de la vitesse de vibration correspondent à celles du tableau de la norme ISO 10816-1. La vitesse de vibration est mesurée pour la bande de fréquence de 10 Hz à 1 kHz (600 – 60 000 t/min) ou 2 Hz à 1 kHz (120 – 60 000 t/min) et est exprimée au choix en mm/s ou en po/s. L'appareil mesure également le bruit associé aux roulements usés, exprimé en unités de dommages aux roulements (BDU). Les valeurs inférieures à 50 BDU (sur max. 100 BDU) s'affichent sur fond vert.

Enfin, le compteur propose une fonction d'analyse des vibrations grâce à laquelle l'utilisateur pourra différencier un problème d'équilibrage d'un mauvais alignement, de mauvais serrage des boulons ou d'un problème de fondations.

Le MachineryMate 800 (MAC800) s'accompagne d'une station d'accueil USB (voir **figure 2**) qui permet de collecter et d'enregistrer sur PC les relevés et les points d'essai de plusieurs appareils. Le logiciel inclus DataMate PC [6] permet de comparer différents relevés de l'appareil, y compris ceux issus de l'historique, afin de détecter des problèmes ou des tendances. D'autres accessoires sont



Figure 4. Complet avec son boîtier de transport pratique, le thermomètre infrarouge numérique IR1 de Klein Tools permet de mesurer la température tout en respectant une distance de sécurité.

disponibles en option, par exemple une lampe stroboscopique ou des écouteurs Bluetooth pour écouter les signaux de l'accéléromètre.

Le suivi de la consommation d'énergie

Économiser l'énergie est devenu un impératif, que celle-ci soit verte ou non. C'est pourquoi, lorsque l'on construit une machine complexe, il peut s'avérer utile de disposer d'un compteur d'énergie permettant de suivre et d'analyser la consommation d'énergie. Des appareils tels que l'EMpro II [7] de Phoenix Contact sont simples à utiliser tout en offrant de multiples connectiques pour un suivi en temps réel de la consommation d'énergie (voir figure 3).

Ce compteur est disponible en deux formats. L'un est prévu pour être monté sur panneau et comporte un écran d'affichage, l'autre est prêt à installer sur rail DIN, sans écran d'affichage. L'EMpro II est adapté aux installations monophasées, biphasées et triphasées. Il dispose également d'une interface Modbus TCP, mais peut aussi être commandé avec prise en charge des protocoles Modbus RTU, PROFINET et Ethernet I/P. Les mesures de courant sont effectuées à l'aide de transformateurs de

courant ou de bobines de Rogowski, tandis que la tension des phases est assurée par des connexions directes.

Le serveur web multilingue intégré propose une interface sobre et moderne qui guidera l'utilisateur à travers les différentes étapes de la configuration. Il offre également un accès en temps réel aux mesures et permet de définir des alarmes et la journalisation intégrée. La présence d'une API REST facilite en outre l'intégration dans des applications web industrielles développées en interne.

La mesure de température à distance

Il n'est pas rare que lorsqu'un système est en cours de développement, des composants se mettent à chauffer, en particulier dans les convertisseurs de puissance et les onduleurs de moteur. Les tensions utilisées étant généralement élevées, il est recommandé d'utiliser une technique de suivi de la température « sans contact ». Les thermomètres à infrarouges numériques portatifs comme l'IR1 [8] de Klein Tools offrent cette possibilité (voir figure 4).

L'appareil est alimenté par une pile 9 V incluse pour une autonomie de cinq heures d'utilisation avec le rétroéclairage activé. Une fonction d'arrêt automatique permet de prolonger la durée de vie de la pile. Les résultats de mesure peuvent être affichés en degrés Celsius ou Fahrenheit avec une plage de température s'étendant de -20 à 400 °C (-4 à 752 °F). Grâce à un laser intégré à l'appareil, le capteur peut être précisément orienté vers la cible. Avec un rapport distance-point de 10:1, une zone de 13 mm de diamètre peut être ciblée à une distance de 127 mm (ou une zone de 25 mm à 254 mm). L'appareil est livré avec son boîtier de transport pratique.

Des capteurs en constante évolution

Dans un souci d'améliorer les prises de décision, la détection précoce des pannes et la protection de l'environnement, les développeurs conçoivent aujourd'hui des solutions de détection capables de concurrencer les meilleurs appareils de mesure actuellement disponibles, et ce, en maîtrisant les coûts de façon à permettre un déploiement à plus large échelle. Dans ce contexte, les équipements de test et de mesure que nous venons de passer en revue peuvent leur offrir une aide précieuse, à savoir des jeux de données relatives aux quantités physiques pertinentes qu'ils pourront dès lors comparer aux résultats fournis par le capteur à faible coût de leur conception. Les équipes de développeurs pourront ainsi améliorer la précision, la linéarité et l'hystérisé de leurs propres conceptions. ▶

220524-04

LIENS

- [1] Un examen des capteurs de matières particulières à faible coût du point de vue des développeurs : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7730878/
- [2] Compteurs environnementaux avec connexion Bluetooth Extech 250 W : <https://bit.ly/extech-250W>
- [3] ExView sur Apple Store : <https://apps.apple.com/us/app/exview/id1547400277>
- [4] ExView sur Google Play Store : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.extech.exview2&hl=en&gl=US>
- [5] Kits pour compteurs de vibrations de MachineryMate™ proposée par Amphenol Wilcoxon : <https://bit.ly/MachineryMate>
- [6] DataMate user guide: https://buy.wilcoxon.com/amfile/file/download/file_id/611/product_id/387/
- [7] Compteurs d'énergie EMpro II de Phoenix Contact : <https://bit.ly/phoenix-contact-empro-ii>
- [8] Thermomètres à infrarouges numériques avec laser IR1 10:1 de Klein Tools : <https://bit.ly/klein-tools-ir1>