Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 9

Artikel: Les capteurs : base de l'automation de demain

Autor: Burckhardt, C. W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904790

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les capteurs – base de l'automation de demain

C. W. Burckhardt

L'embarras du choix

Le nombre de capteurs existant sur le marché ou décrits dans la littérature est énorme. On pourrait même penser que le problème du capteur est seulement un problème de choix. En effet, l'ingénieur travaillant en laboratoire et surtout l'ingénieur d'industrie ont besoin d'un catalogue dans lequel ils peuvent faire le choix d'un capteur qui s'adapte à l'application voulue. Pour cette raison, un groupe de Lausanne s'est penché sur ce problème et vient d'éditer un petit catalogue [1] qui s'adresse aux ingénieurs de Suisse qui se trouvent devant la nécessité de faire un choix. Cette brochure ne concerne, pour le moment, que les capteurs pour les grandeurs mécaniques. Il est évident que de tels efforts, quoique importants, ne sont pas suffisants aujourd'hui parce que le domaine des capteurs est en évolution permanente; les industries sont également intéressées à ce qui se fait de nouveau dans ce domaine et à ce qui pourrait faire l'objet d'une fabrication pour eux.

Un récent colloque sur les capteurs [2] organisé par l'EPF-L, a mis en évidence deux constatations typiques faites par des utilisateurs de capteurs:

- Le problème principal est la nécessité de disposer de capteurs fidèles et stables.
- Le personnel connaissant simultanément le domaine de la physique des capteurs et celui des microprocesseurs manque.

Les progrès de la micro-électronique ont, en effet, un grand impact sur la conception des capteurs.

La micro-électronique et les capteurs

Le développement des technologies micro-électroniques des dernières années a rendu possible la fabrication de circuits intégrés logiques LSI toujours plus perfectionnés et complexes à des prix très intéressants. Parmi ces circuits, on trouve les différents types de microprocesseurs et les mémoires nécessaires à leur utilisation (ROM, PROM et RAM). Cette évolution n'a pas encore atteint ses limites et tout laisse prévoir que l'on va assister, pendant les prochaines années, à une importante amélioration des performances des circuits micro-électroniques. Une nouvelle technologie appelée VLSI (Very Large Scale Integration) permettra de réduire encore les dimensions des éléments, d'augmenter ainsi leur densité et, en diminuant parallèlement la consommation d'énergie, d'envisager la conception de puces comprenant un nombre d'éléments beaucoup plus grand.

Ces circuits trouveront certainement d'intéressantes et vastes applications dans les systèmes de télécommunication futurs, dans les périphériques d'ordinateurs, dans les systèmes de traitement de l'information en temps réel et dans l'industrie des appareils.

Ce qui est plus important ici, c'est que ces mêmes progrès technologiques permettront de réaliser des circuits intégrés microprogrammables particuliers, avec des structures plus simples que celles des microprocesseurs universels, spécialement adaptés à certains types de fonctions (montres multifonctionnelles, modules de prétraitement de l'information, circuits adaptés à l'industrie des appareils, etc.). Ces circuits comprendront sur le même module des circuits analogiques, l'unité logique et arithmétique, les mémoires nécessaires à leur commande et celles utilisées pour la gestion et le stockage de l'information.

Comme illustration, voici quelques exemples où l'utilisation du microprocesseur améliore les performances du capteur ou les rend possible:

- Dans la mesure de la longueur, le microprocesseur permet d'améliorer la linéarité. C'est un cas d'application très répandu.
- Le microprocesseur peut assurer la compensation de température de la mesure, ce qui est également bien connu.
- Un autre exemple est celui d'un capteur capacitif fonctionnant comme un convertisseur A/D où un microcircuit doit équilibrer un pont par des capacités commutées. Dans ce cas, la fonction de commutation est assurée par un microprocesseur.
- Pour le détecteur de gaz dans un oxyde de métal, le microprocesseur impose un cycle thermique, sorte de balayage de température, qui supprime les effets d'hystérèse.
- L'utilisation de capteurs avec sortie de fréquence particulièrement adaptée aux microprocesseurs est à l'heure actuelle une tendance générale.
- Des possibilités de recalibrage lors de l'utilisation du capteur existent. Un exemple en est donné par le microprocesseur de la montre à quartz qui permet un réglage périodique à l'aide d'un standard de fréquence.

Les Américains appellent couramment «smart sensors» des capteurs qui profitent directement des microprocesseurs, c'est-à-dire des capteurs «intelligents». Il est indéniable que la combinaison d'un capteur avec un microprocesseur va ouvrir l'horizon vers un grand nombre de nouvelles applications, parce qu'elle permet de faire d'un mauvais effet physique (trop de

Tous les articles qui suivent ont été présentés comme conférences à la Journée ASE du 8 mars 1983, à Lausanne, sur «Les capteurs – base de l'automatique de demain».
Ce premier texte résume l'introduction du professeur C. W. Burckhardt, président de la Journée.

Adresse de l'auteur
Professeur Dr *C. W. Burckhardt*, Institut de Microtechnique, EPFL, 1015 Lausanne-Ecublens.

grandeurs d'influences parasites) un excellent capteur.

Les technologies

D'autres progrès sont à prévoir dans le domaine des capteurs, progrès basés plutôt sur des technologies nouvelles:

Technologie des couches minces

- Des couches métalliques sont largement utilisées en extensométrie. Elles servent déjà à construire des capteurs de pression et des capteurs de force. Rien n'empêche d'étendre ces technologies aux capteurs de vibration.
- Des couches de platine permettent de réaliser à présent des capteurs de température de haute stabilité qui sont moins coûteux que les résistances de platine conventionnelles.
- Des applications en hygrométrie sont également connues.
- Il existe des applications pour des détecteurs de gaz au moyen de couches combinées avec des oxydes de métal. Ces détecteurs sont utilisés pour détecter le CO, le CO_2, le méthane, l'oxygène, le NO_x, etc.
- Finalement, les couches minces permettent de réaliser des capteurs capacitifs, magnétiques et autres qui sont tout à fait classiques dans leur configuration.

Technologie du silicium mono-cristallin

- Cette technologie permet déjà de réaliser des jauges de contrainte.
- Des ISFET[1]) sensibles aux ions sont en développement.
- Des CHEMFET[1]) qui utilisent des effets chimiques sur les semiconducteurs et permettent de réaliser des détecteurs de gaz sont également en développement et ouvrent la voie aux applications biologiques.
- Il existe une tendance à intégrer le capteur avec son pré-amplificateur, son codeur et tout le traitement d'information, toutefois, la technique qui consiste à tout intégrer sur une seule puce de silicium pose des problèmes et n'est pas la bonne solution pour toutes les applications.

Technologie des fibres optiques

Ces fibres, qui permettent de détecter soit l'intensité soit le déphasage de la lumière, donnent également des ouvertures intéressantes pour les capteurs: mesure de température, de pression, de force ou de courant sous haute tension.

Une tâche souvent négligée

Ces technologies de demain vont certainement marquer le développement de nouveaux capteurs. Quelle est alors la tâche de l'ingénieur qui est impliqué dans le développement d'un tel composant? Un capteur industriel moderne comporte les parties suivantes:

- un élément qui transforme la grandeur physique à mesurer en un signal électrique;
- éventuellement des éléments électroniques accessoires comme un amplificateur, un convertisseur A/D et un microprocesseur, pour réaliser les fonctions mentionnées;
- un boîtier qui laisse entrer la grandeur physique à mesurer et sortir le signal électrique.

Souvent ce dernier point est négligé; pourtant c'est finalement un bon boîtier qui assure la fiabilité et la stabilité d'un capteur. Les fabricants de capteurs sur le plan industriel connaissent le problème. Aussi l'utilisateur préfère souvent un capteur qui existe depuis quelques années sur le marché à un nouveau capteur bien prometteur, afin d'éviter des surprises lors de la mise en route d'une installation dont le bon fonctionnement dépend de la fiabilité des capteurs utilisés. Le boîtier peut être considéré comme un filtre qui laisse entrer la grandeur physique que l'on veut mesurer (pression, température, débit de fluide, concentration de gaz, etc.), qui laisse également sortir le signal électrique, mais laisse passer aussi peu que possible les autres influences externes (humidité, choc, poussière, etc.). Ceci est souvent, en soi, une tâche difficile à réaliser. De plus, il faut que le signal électrique de sortie puisse quitter le boîtier pour atteindre un appareil de commande (par câble) sans être dérangé par des influences parasites (vibrations, humidité, etc.). Ainsi le problème de la prise électrique et du câble concerne également l'ingénieur responsable de la conception d'un capteur. La fiabilité dépend très fortement de ces éléments souvent négligés.

Conclusion

Pour conclure, on constate que la conception d'un nouveau capteur touche d'abord à la *physique* en ce qui concerne l'élément de conversion de la grandeur à mesurer, puis à l'*informatique* et à l'*électronique* pour le prétraitement du signal, et finalement à la construction *microtechnique* pour assurer la fiabilité et la stabilité de l'ensemble et pour une fabrication à un prix raisonnable. Ce n'est pas un ingénieur seul qui peut faire tout ceci, mais un team de plusieurs spécialistes qui se comprennent mutuellement et qui connaissent les contraintes des domaines des autres.

[1]) ISFET = Ion Sensitive Field Effect Transistor
CHEMFET = Chemically sensitive Field Effect Transistor.

Bibliographie

[1] Capteur de mesure et de détection. Lausanne, Groupement de l'Electronique de Suisse Occidentale (GESO) / Institut de Microtechnique EPFL, 1982.

[2] Rencontre Franco-Suisse sur le thème des capteurs, mars 1982, Annecy. Lausanne, EPFL Service Prospective, 1982.