

# Capteurs à feuille mince résistants à l'usure

Par ing. Koen Vandepopuliere M. Sc., Maintenance Magazine

Les capteurs permettent d'acquérir des données importantes de processus. Il est ainsi possible d'optimiser un processus ou de le garder sous contrôle. Les capteurs actuels présentent généralement une dimension bien déterminée et sont reliés à des fils pour transmettre leurs signaux. Pour certaines applications, comme la surface de contact d'outils d'usinage, de paliers, d'engrenages, ... ce type de capteur n'est cependant pas utilisable. Les choses pourraient cependant changer avec les "couches de revêtement à capteur" ...

■■■■ Pour de nombreux processus industriels, il est important de disposer d'un maximum de données de processus. On pense, en premier lieu, à des paramètres critiques tels que la température ou la pression. Sur la base de ces résultats de mesure, le processus peut être corrigé immédiatement s'il apparaît qu'il y a risque de dépassement des paramètres critiques. Cependant, pour les processus complexes (usinage, ...) ou les endroits difficiles d'accès (surfaces de contact dans les paliers, les engrenages, ...) dans les composants, cela n'est pratiquement pas possible. Les capteurs pourraient pourtant y assurer de bons services. Prenons comme exemple une opération comme le forage ou le fraisage. Elle entraîne des températures élevées sur la surface de coupe, qui peuvent être néfastes pour l'outil et/ou la pièce usinée. Un capteur sur la surface de contact constituerait la solution. Ainsi, si la température risque d'être dépassée, il est possible de modifier les paramètres de processus: il suffit de penser à la vitesse d'usinage, à la lubrification et au refroidissement, à l'incrément (la quantité de matériau enlevé en une passe), ... En outre, les capteurs permettent de suivre l'usure de l'outil ou du composant de sorte que le remplacement ou l'entretien puisse être fait en temps utile, ce qui évite une défaillance générale du processus.

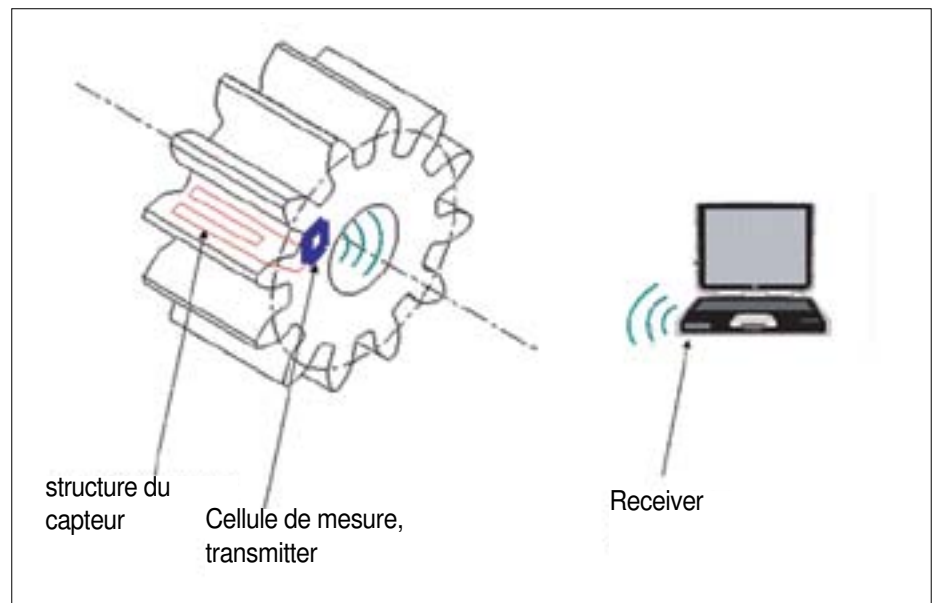
## Une riche tradition

Différentes tentatives ont déjà eu lieu dans le passé pour utiliser également des capteurs pour des applications moins évidentes. Elles répondaient, dans une large mesure, à ce défi mais présentaient en même temps quelques déficiences. Prenons un foret. Il est arrivé qu'on fore un trou à travers le noyau afin d'y intégrer un capteur de température capable de mesurer la tem-

pérature depuis l'intérieur. L'inconvénient de cette procédure est que le foret est ainsi devenu creux, ce qui a réduit sa stabilité. Les mesures sans contact constituent également une tentative louable. Pour cela, le rayonnement thermique est mesuré à l'aide d'une caméra à infrarouge. Cette solution présente cependant trois inconvénients. En premier lieu, l'opération provoque souvent la projection de copeaux, qui sont souvent plus chauds que la surface de contact. Ces petites particules faussent les mesures. Un deuxième problème est l'adhésion du matériau



Patrick Cosemans: "Une couche de revêtement à capteur résistante à l'usure et à haute capacité de contrainte présente une épaisseur de moins de 10 µm, ce qui est même beaucoup plus mince que les capteurs à feuille."



Pour de nombreuses applications, un transfert sans fil des résultats de mesure depuis le capteur RTD vers un PC dans le voisinage est indispensable.

de la pièce à usiner sur l'outil, ce qui fait qu'on mesure finalement la température de ce matériau et non pas celle du bord de coupe. Troisièmement, cette solution constitue ce qu'on appelle une méthode "line-of-sight". Cela implique

que la surface à mesurer doit être positionnée dans la vue de la caméra thermique et doit y rester. Mais cela n'est pas toujours possible... Pour mesurer la pression, d'autres solutions ont encore été élaborées. Ainsi, dans les éoliennes,

les contraintes sur les engrenages sont souvent exceptionnellement élevées. À l'heure actuelle, elles sont surveillées à l'aide de jauges de contrainte qui se trouvent sur la face latérale. Cet accessoire se dilate ou se contracte en fonction de la déformation des engrenages par suite de la pression. Une telle solution ne se situe cependant pas sur la surface de contact même, ce qui en limite la précision. On recourt également à l'analyse en éléments finis. Pour cela, l'ordinateur effectue des simulations. Mais il va sans dire que les simulations ne sont pas toujours identiques à la réalité...

### **Nouveau concept**

Une nouvelle solution est une couche de revêtement à capteur résistante à l'usure et à haute capacité de contrainte. Son utilisation présente plusieurs avantages. Ainsi, elle peut être appliquée sur tous les types de composant sans que ces derniers ne doivent subir un traitement spécial (p. ex. forage de trous dans le composant). La couche de revêtement de moins de 10 µm rend également le capteur très mince (beaucoup plus mince que les capteurs à feuille !), ce qui fait que son comportement de température n'influence pas le composant alors que le temps de réaction du capteur de température est très rapide grâce à sa faible masse.

Avec le soutien de l'IWT ("Instituut voor de aanmoediging van innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen", l'institut pour l'encouragement de l'innovation par la science et la technologie en Flandre), Sirris développe des couches de revêtement à capteur, de concert avec Flamac ("Flanders Materials Centre" récemment intégrée comme département dans le SIM, "Strategisch Initiatief Materialen" initiative stratégique matériaux). Le directeur de projet Patrick Cosemans de Sirris: "Nous profitons adroitement du fait qu'à l'heure actuelle, on applique généralement une couche de revêtement

céramique (nitrures, carbures) sur la surface de contact de nombreux outils et composants et ce, via PVD, dépôt par vapeur physique ; CVD, dépôt chimique en phase vapeur, ou des hybrides des deux. Nous nous efforçons également de fabriquer nos capteurs en céramique et ce, contrairement aux types qui sont commercialisés à l'heure actuelle et qui se composent généralement de métal – moins résistant à l'usure. Le but poursuivi est que ces capteurs céramiques soient mis en place par la même installation qui applique la couche de revêtement céramique. Le capteur serait alors déposé sur la surface fonctionnelle et au-dessus de lui, si nécessaire, la couche de revêtement céramique qui rend l'outil résistant à l'usure." Cette méthode permet de réduire les coûts au maximum et facilite la production de masse." Mais comment fonctionne exactement cette couche de revêtement à capteur ? Patrick Cosemans explique: "Nous nous intéressons, en premier lieu, au concept qui contrôle la température. Pour cela, nous utilisons un capteur RTD. RTD est l'abréviation de "capteur de température à résistance" et applique le principe que la résistance électrique d'un matériau change en fonction des variations de température. Le capteur RTD est déposé sur la surface à mesurer sous la forme d'une structure à méandre. Cette structure typique permet une mesure précise de la température sur une très petite surface. Dans ces applications complexes, impossible d'utiliser des fils de liaison vers le capteur. Voilà pourquoi le projet étudie également les possibilités de réaliser un transfert sans fil des résultats de mesure vers un PC dans le voisinage. Une fois que la température peut être mesurée de cette manière, on peut faire le pas vers les capteurs de pression à feuille mince." Les couches de revêtement à capteur vont-elles devenir omniprésentes ? L'avenir nous le dira... <<