

MESURE DE TEMPÉRATURE SUR PIÈCES TOURNANTES CONFINÉES

Septembre 2010

Cette note de veille dresse un état de l'art des techniques de mesure de température sans fil sur pièces tournantes confinées. Les méthodes optiques ne sont pas prises en compte. Les différents produits recensés sont comparés au travers de leurs caractéristiques techniques.

TECHNOLOGIES DE MESURE DE TEMPÉRATURE

Capteurs résistifs

Les capteurs résistifs utilisent la dépendance de la résistivité de certains matériaux à la température. Selon les matériaux utilisés, cette variation peut être linéaire ou non, et le coefficient peut être positif ou négatif.

Les sondes de température les plus courantes utilisant cette technologie sont :

- Les sondes platine,
- Les sondes CTN : sondes à Coefficient de Température Négatif : le plus souvent des métaux,
- Les sondes CTP : sondes à Coefficient de Température Positif : le plus souvent des oxydes métalliques ou des semi-conducteurs.

Thermocouples

Les thermocouples fonctionnent en utilisant l'effet Seebeck. Cet effet se traduit par l'apparition d'une différence de potentiel lorsqu'une jonction de deux matériaux de natures différentes est soumise à un gradient de température.

Un thermocouple utilise deux jonctions pour mesurer la température. L'une, dite « soudure chaude », est utilisée pour la mesure, et l'autre, dite « soudure froide » est utilisée comme référence.

Il existe de nombreuses références de thermocouples (E, J, K, N, T, R, S, B, C) consistant en des couples métalliques de différentes natures. Chaque référence est définie pour une plage de température et une précision donnée.

Les thermocouples présentent l'avantage d'être bon marché et peu encombrants. En revanche, leur précision est limitée et ils ont une réponse non linéaire.

Capteurs à jonction PN

Les capteurs à jonction PN (semi conducteurs) sont basés sur la dépendance à la température de la réponse en courant d'une jonction PN.

Ces capteurs présentent l'avantage de pouvoir être intégrés directement sur une puce de silicium et ainsi associés à d'autres fonctions. La plupart des capteurs MEMS intègrent ce type de capteur afin de corriger les effets thermiques, mais on les trouve également sur des microcontrôleurs, microprocesseurs, ou circuits radiofréquence. En effet, la surface nécessaire à leur intégration sur la puce est souvent négligeable et leur coût est très faible.

Capteurs SAW

Les capteurs SAW sont basés sur la dépendance thermique de la résonance d'un cristal piézoélectrique.

Les résonateurs SAW sont composés d'une plaque de cristal piézoélectrique sur laquelle est déposé un peigne inter digité. L'excitation de ce peigne par une tension alternative crée une onde acoustique par couplage piézoélectrique. La géométrie du peigne ainsi que les caractéristiques du cristal permettent d'obtenir un système résonant.

L'avantage de ce type de système est que l'on peut réaliser l'excitation du cristal par le biais d'une onde radio fréquence et d'une antenne. L'antenne permet de transformer l'onde électromagnétique en tension alternative, et ainsi d'exciter le cristal. Une fois le signal d'excitation éteint, le cristal relaxe et réémet une onde EM pendant une courte durée. La fréquence de cette onde « réfléchie » est proportionnelle à la température.

Ces capteurs présentent l'avantage de ne pas nécessiter d'alimentation. En revanche, leur précision est fortement liée à l'environnement électromagnétique d'une part et à la précision de la mesure de fréquence d'autre part.

TECHNIQUES DE TRANSMISSION SANS FIL

Standards UHF

Les bandes de fréquence utilisées sont les suivantes :

- 433 MHz et 868 MHz : De nombreux transmetteurs radio sont disponibles sur ces bandes de fréquence. La bande à 433 MHz est utilisée majoritairement pour les applications à faible débit (température, télécommandes de portail, clés de voiture, etc.),
- 2.45 GHz : Cette bande est occupée par les standards de type IEEE 802.x, c'est-à-dire WIFI, Bluetooth et ZigBee. Seul le protocole Zigbee est compatible en termes de consommation avec des mesures embarquées.

RFID

Par abus de langage, on désigne par RFID un système qui utilise les ondes radio pour transmettre les données et s'autoalimenter en énergie.

L'onde électromagnétique est donc à la fois média de puissance et d'information.

On trouve des transmetteurs RFID sur les bandes de fréquence 125 kHz, 13,56 MHz et UHF.

L'avantage de cette technologie est que le capteur ne nécessite pas d'alimentation embarquée. En revanche, les débits de données sont faibles.

SAW

Les dispositifs RF-SAW ont été décrits précédemment. On les trouve sur les bandes de fréquences UHF.

Boucle inductive

Le principe des boucles inductives est d'utiliser un couplage magnétique pour transmettre les données et l'énergie d'une partie fixe vers une partie mobile.

On trouve de nombreux systèmes utilisant ce principe dans le commerce. L'inconvénient est l'encombrement et la distance maximale assez réduite entre la partie fixe et la partie mobile. Ce type de système est réservé aux machines tournantes.

Télémessure

On désigne par télémessure tous les systèmes utilisant une alimentation sur la partie mobile et un transfert de données par ondes radio autres que les protocoles définis plus haut.

PRODUITS IDENTIFIÉS

Télémessure GIACINTEC

La société GIACINTEC fournit des émetteurs HF de type ruban pouvant être installés sur des arbres tournants.



Le tableau en page suivante résume les performances de ce type de système.

Modèle	201-x-0S
Modulation	FM/FM
Fréquence d'émission	150 MHz à 320 MHz
Puissance d'émission	< 7mW
Linéarité de modulation	±0,1%
Fidélité	±0,02%
Erreur maximum	< 0,25%
Résolution	Infinie
Bande passante	0-20KHz
Réglage du gain	1 à 1000 par résistance externe
Plage de compensation	-40°C à +120°C
Dérive thermique du zéro	0,01% / °C
Dérive thermique du gain	0,004% / °C
Alimentation capteur	Adaptée au capteur
Accélération maximum	70000 g
Choc maximum	20000 g
Boîtier	Ruban souple (0S)
Alimentation	9VDC ou couplage inductif
Consommation	< 30 mA sans capteur

Microstrain TC-Link

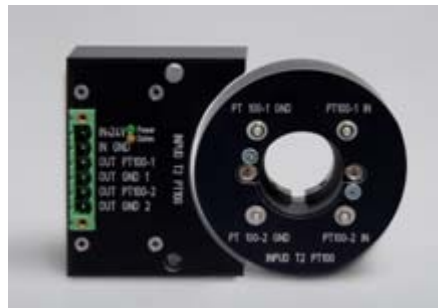
Ce module sans fil communique en RF en utilisant le protocole IEEE802.15.4 sur la bande 2.45GHz. Il intègre la mise en forme de signal pour s'interfacer avec les différents types de thermocouples.

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques.

Types de thermocouple	Choix par logiciel : J, K, N, R, S, T, E, B - Compensation de soudure froide interne
Echelles standard des thermocouples	J : -210 à 760 °C; K : -200 à 1372 °C; N : -200 à 1300 °C; R : -50 à 1664 °C S : -50 à 1664 °C; T : -200 à 400 °C; E : -200 à 1000 °C; B : 250 à 1820 °C
Précision	+/- 0,1% de l'EM ou +/-2°C (la plus importante - N'inclut par l'incertitude du capteur)
Répétabilité	+/- 0,1°C- N'inclut par l'incertitude du capteur
Résolution	0,0625°C
Compensation de soudure froide	de -20 à +85°C
Connectique	Prise compensée miniature
CAN	24 bits sigma-delta
Fréquence d'échantillonnage	de 2 Hz à 1 échantillon toutes les 17 minutes
Enregistrement	Jusqu'à 90 000 mesures
Nœuds par station de base	100 nœuds par station
Stabilité dans le temps	+/- 25 ppm
Porteuse RF	2,4 GHz - 16 canaux (1 mW)
Portée	70 m à vue , 100 mètres avec antenne haut gain sur la station de base
Communication sans fil	IEEE 802.15.4
PC communications USB	115 200 bauds
Batteries Ion-Li	550 mAh jetable, 220 mAh rechargeable
Consommation/ vie d'une batterie (avec une 550 mAh)	2 échantillons par seconde : 0,8 mA (23 jours) 1 échantillon par seconde : 0,48 mA (1,5 mois) 3 échantillons par minute : 0,1 mA (6 mois) 1 échantillon par minute -0,09 mA (7 mois + 13 jours)
Température d'utilisation	Standard : -20 à + 60°C; sur option boîtier + batterie spécifiques nous consulter Electronique seule : -40 à + 85 °C
Tenue en accélération	500 g (autre sur cahier des charges)
Dimensions	Boîtier : 54,8 mm x 29,5 mm x 15,5 mm - Cccircuit seul : 50,3 mm x 25,4 mm x 5,9 mm
Poids	Avec boîtier + batteries : 30,1 g - Electronique seule : 4,7 g
Boîtier	Plastique ABS
Station de base	USB, RS-232- WSDA (Cconcentrateur de réseau de capteur sans fil)
Logiciel	TS-Link Moniteur de nœuds, compatible Windows XP/Vista

MESA-Systemtechnik Input-T

Ce système par couplage inductif permet de connecter jusqu'à 2 capteurs de type PT100.

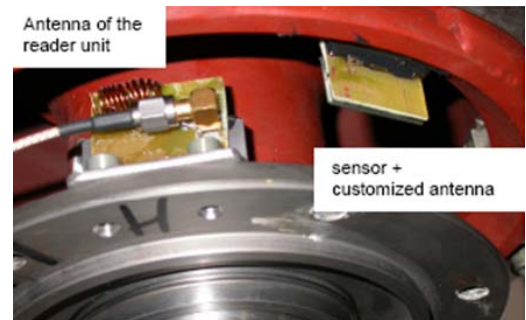


Il est alimenté en 24V DC et permet des mesures jusqu'à une fréquence d'échantillonnage de 40Hz.

Capteur SAW Sensor

Ce capteur en technologie SAW commercialisé par la société Sensor permet de mesurer la température avec une précision de l'ordre de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Seuls le capteur et l'antenne sont positionnés sur la pièce tournante.



Transpondeur RFID Melexis

Le transpondeur MLX90129 développé par la société Melexis intègre un capteur de température. Il communique sur la bande de fréquence 13,56 MHz. Le transpondeur et son antenne sont intégrés sur la pièce tournante. L'unité d'interrogation est positionnée sur la partie fixe.

COMPARATIF

Produit	TC-Link	INPUT-T	Sensor	Télémessure Giacintec
Type de capteur	TC	PT-100	SAW	TC
Type de transmission	802.15.4	Inductive	433MHz	FM 150-320MHz
Autonomie	Quelques mois	Infinie	Infinie	Infinie sur inductif
Encombrement	54.8x29.5x15.5	75x120x30	10x15x5	75x10x2
Gamme de température	-20 à 60°C	0-60°C	-40-150°C	-40-120°C
Résistance aux chocs	NA	NA	10000g	20000g
Résistance aux vibrations	NA	NA	2000g	NA
Résistance à l'accélération	500g	NA	10000g	70000g

Produit	Avantages	Inconvénients
Télémesure	Plug and play Robustesse Autonomie si alimentation inductive	Encombrement Autonomie si batterie
TC-Link	Plug and Play Compacité	Autonomie Robustesse
Input-D	Plug and Play Autonomie Robustesse	Encombrement Contraintes d'intégration
SAW	Autonomie Compacité	Précision Développement spécifique Robustesse de la liaison sans fil
RFID MLX90129	Autonomie Compacité	Développement spécifique

CONCLUSION

La mise en œuvre de mesure de température sur pièce tournante confinées peut s'avérer complexe si l'encombrement disponible est réduit. En effet, des solutions « clé en main » existent, mais celles-ci sont souvent encombrantes. Parmi les produits identifiés, certains permettent de répondre à cette problématique par leur encombrement réduit. Ils nécessitent toutefois des développements importants notamment en ce qui concerne les antennes permettant une communication sans fil fiable et robuste.

Ensemble pour les entreprises de la mécanique



*Département
Veille Technologique et Stratégique*

Contact

Karine Mones
Cetim - B.P. 80067
60304 Senlis Cedex
Tél. : 03 44 67 35 17
karine.mones@cetim.fr



Retrouvez nos notes de veille dans la Mécathèque du site
CETIM : <http://www.cetim.fr/cetim/fr/Mecattheque>