

MESURE DE TEMPÉRATURE

Bonnes pratiques et applications dans l'industrie

Les mesures de température font partie de nombreux procédés industriels dans des domaines très variés comme la chimie, l'agro-alimentaire, l'industrie métallurgique, l'industrie verrière, la défense, l'automobile, l'aérospatial, etc. Les domaines de mesure, les spécifications en termes de mise en œuvre, de dynamique de mesure, de contraintes d'environnement, de connectivité sont multiples. Pour répondre à la diversité de ces besoins, de nombreuses solutions existent: les capteurs traditionnels tels que les sondes thermo-résistives et les couples thermoélectriques, pour les mesures de température par contact, les mesures sans contact basées sur la mesure du rayonnement thermique (pyrométrie optique, thermographie...), les solutions basées sur l'IloT (*Industrial Internet of Things*) offrant une connectivité accrue, de plus en plus par voie hertzienne, une autonomie des capteurs du point de vue de l'alimentation et des capacités de traitement embarquées. Pour y voir plus clair, le Collège français de métrologie, en collaboration avec



des experts de son réseau (Éric Georgin et Jacques-Olivier Favreau du Cetiati, et Mohamed Sadli du LNE-Cnam) ainsi que des experts industriels et académiques (Siemens, Saint-Gobain Recherche, Matra Électronique, Oniris) propose dans ce nouveau guide technique de revenir sur les principes de base des mesures de température, la mise en œuvre technologique des différents types de cap-

teurs et d'illustrer cela par des exemples sur différentes applications. Tout au long du texte, les principes de métrologie, garants de la qualité et de la fiabilité des mesures réalisées, sont rappelés.

Ce guide s'adresse à tous les personnels impliqués dans les mesures de température : ceux qui définissent le besoin, qui identifient les solutions, les mettent en œuvre et utilisent ensuite au quotidien les données produites dans la prise de décision. Il intéressera donc le métrologue et tous ceux concernés par les mesures de température dans l'industrie.

Ce nouveau *Guide technique* est disponible dans la collection des *Guides techniques du Collège Français de Métrologie* édités avec Afnor Éditions ●

Ce Guide technique est mis en vente en format papier et électronique pour un tarif de 95,00 euros TTC (incluant une TVA de 5,5%; réduction pour le format électronique).

JOURNÉE TECHNIQUE

Mesurer la juste température

Le CFM a organisé, le 16 novembre dernier, une journée technique portant sur les mesures de température dans l'industrie. Parmi les interventions, celle de Jacques-Olivier Favreau, chargé d'études et de la formation du Cetiati, a permis de faire le point sur la thermométrie et les capteurs de température. Compte rendu.

Le terme "thermomètre" vient du grec "thermós" (chaud) et "métron" (mesure). Pour autant, si un thermomètre permet de mesurer la température, la température affichée n'est pas forcément celle que l'on souhaite mesurer.

Il existe différents types de thermomètre, en particulier des thermomètres à cadran et aiguille, des thermomètres à cristaux liquides, des thermomètres à dilatation de liquide (de moins en moins utilisés du fait de l'interdiction du mercure), des thermomètres ma-

gnétiques, des thermomètres résistifs (thermistance, Pt100), des couples thermoélectriques, des pyromètres, ainsi que des thermomètres infrarouge et acoustique.

Plusieurs familles de thermomètres peuvent ainsi être définies : les ther-

16 novembre 2021

Revue du conditionnement

Raccordement électrique, chemisage, fixation

Sonde avec têtes de raccordement

Pt100



13

CFM CETIAT

momètres permettant d'avoir une mesure par contact avec liaison, ceux qui offrent une mesure par contact, mais sans liaison avec l'extérieur, les thermomètres sans contact, ainsi que les thermomètres primaires.

Entre la température à mesurer et la température mesurée, trois étapes constituent la chaîne de mesures : l'élément sensible du capteur (qui fait partie de la sonde avec la chemise de protection) transforme la température en signal électrique, le conditionneur adapte le signal, et l'indicateur affiche le résultat de mesure.

Des phénomènes d'influence peuvent se produire à chaque étape. Il faut en tenir compte. En outre, il faut se poser la question suivante : la mesure obtenue correspond-elle à la mesure attendue ? Parmi les caractéristiques du capteur figurent la sensibilité (coefficient de transformation d'une mesure électrique en température), le temps de réponse, la résolution, la gamme de mesure, le conditionnement et le comportement à l'environnement.

Configuration et mise en œuvre

En termes de conditionnement, de nombreuses configurations existent en matière de raccordement électrique,

de chemisage, de fixation, etc. À titre d'exemple, certains thermomètres disposent d'une tête qui intègre un transmetteur. Un connecteur peut être par ailleurs directement fixé sur la chemise de protection. Les matériaux utilisés dépendent, eux, de la température à mesurer.

Souvent, l'élément sensible ne touche pas la chemise de protection. Toutefois, pour des couples thermoélectriques, le contact améliore le temps de réponse. L'élément sensible peut également être au milieu (dans le cas de très hautes températures).

Quid des éléments sensibles ? Les thermomètres à résistance de platine (Pt100) sont très utilisés en métrologie, car ils offrent les incertitudes les mieux maîtrisées pour la thermométrie de contact. Avec, notamment, le développement des capteurs à couche mince, de plus en plus petits.

La tolérance d'un capteur Pt100 de classe AA neuf est de 0,1°C : pour obtenir une meilleure tolérance, il faut l'étalonner. En outre, lorsque cela est possible, la mesure en quatre fils est à privilégier.

Les couples thermoélectriques fonctionnent autrement. Il s'agit de l'obtention d'une force électromotrice dans un circuit constitué par deux fils de

métaux différents reliés par leurs deux extrémités et soumis à une différence de température (effet Seebeck). La norme CEI 60584 référence les types de couples et indique les valeurs de tolérance. Pour aller au-delà du degré, il faut étalonner les capteurs.

Des tables permettent de comparer avec la mesure T2 réalisée au sein de l'instrument (compensation de soude froide).

Dans le domaine de la thermométrie de contact, des transferts thermiques se produisent : conduction le long de la chemise et des fils, convection, effets de rayonnement. Le thermomètre n'indique que la température de son élément sensible.

La mise en œuvre peut être variée : immersion directe dans le milieu, utilisation d'un doigt de gant (avec une bonne immersion de la sonde), immersion en traversée de paroi (un peu plus fragile en termes de mise en œuvre). Autre point à noter : le temps de stabilisation thermique dépend de la température, de l'environnement et de la masse thermique du capteur : une bonne mesure demande du temps ! ●

✍ Yaël Zajac

Cette Journée technique est disponible en replay sur le site www.cfm metrologie.com