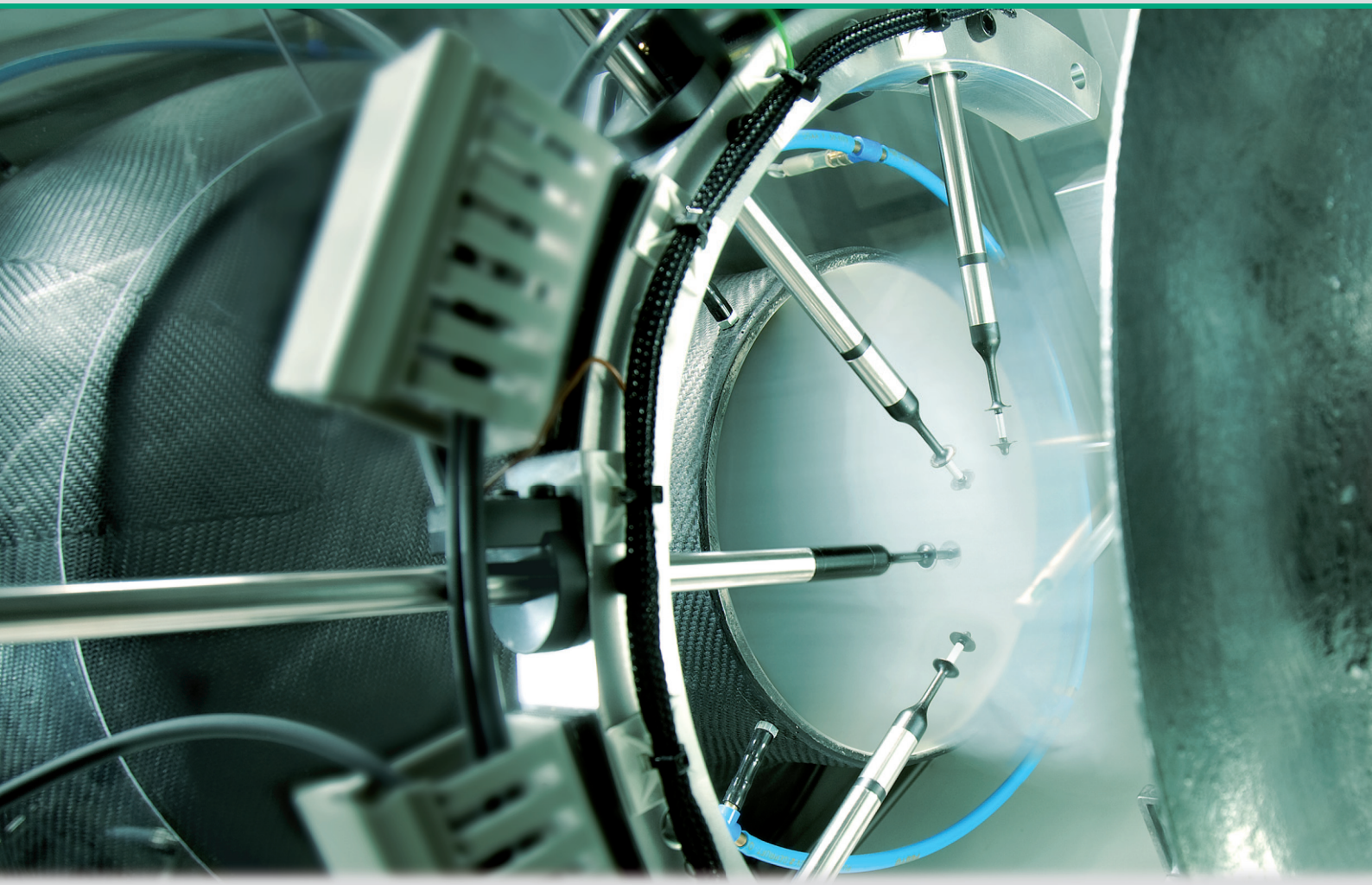


Mesure du flux par convection forcée

Anémométrie thermique

La convection désigne le transfert thermique d'une surface chaude à un fluide qui passe en l'enveloppant. Si le transport de la chaleur est provoqué par des facteurs externes, comme un ventilateur par exemple, on parlera de convection forcée. Ce mécanisme est dû à l'anémométrie thermique, une méthode de mesure du flux de fluides gazeux qui se fonde sur l'équilibre entre la génération et la dissipation de chaleur par convection forcée.

Les vitesses de flux dans des fluides peuvent se mesurer selon divers principes, par pression différentielle, diffusion laser ou convection thermique par exemple.
En cas de perte de pression importante dans des systèmes de tuyauterie ou lorsque les coûts d'un dispositif de mesure avec anémomètre à doppler laser sont trop élevés, l'anémométrie à fil chaud constitue une alternative intéressante.
Et ce n'est pas tout : cette méthode permet même de détecter de petites vitesses de flux et, en plus, de déterminer aussi la direction du flux.

Diverses sondes de mesure

Les anémomètres à fil chaud se fondent sur un fil métallique électrique tendu entre deux pointes de retenue. Les fils sont le plus souvent en platine, en tungstène ou en nickel. Les résistances électriques de ces matériaux présentant un coefficient de température important, une sensibilité`de mesure élevée sera assurée. Ils sont en outre mécaniquement stables et résistants aux fluides à hautes températures de chauffage. Les sondes Dual ou X, dont les pointes de retenue sont fixées dans un corps commun en céramique, sont dotées de deux fils chauds disposés perpendiculairement l'un à l'autre dans des circuits électriques respectivement distincts. Ceci permet la détection de vitesses de flux selon la valeur et selon la direction.

Quant aux sondes à film chaud, au lieu d'un fil chaud, elles possèdent un mince film métallique sur substrat de verre. Des bâtonnets de quartz cylindriques sont précuivrés aux extrémités puis plaqués d'or et brasés sur un support. Les sondes à film chaud peuvent être dotées de substrats de verre coniques ou cunéiformes, la sonde conique étant toutefois moins sensible aux impuretés des fluides que la sonde cunéiforme. Les sondes à film chaud trouvent une utilisation dans la mesure de vitesses dans des gaz et des liquides.

Plus le réglage de la différence de température est important entre la sonde et le fluide, plus la mesure sera sensible. Tout l'art d'une instrumentation efficace réside dans la capacité à maintenir aussi basse que possible la température de la sonde tout en atteignant une sensibilité de mesure élevée. Plus robustes et moins onéreuses que les sondes à film chaud, les sondes à perles NTC chauffées possèdent un enrobage de protection et sont disponibles sur le marché comme composant standard pour la mesure de températures. Appelées thermistors, elles conviennent particulièrement à la simple mesure de petites vitesses de flux d'air lorsque les exigences de mesure ne sont pas trop strictes.

Capteur tête chambre

Le nouveau capteur n'est pas uniquement disponible pour la mesure à haute tempreature jusqu'à 350°C, mais aussi, pour la mesure simultanée de la temperature et du débit grace à un capteur de temperature intégré.

Tachymètres et débitmètres prêts à monter

Pour un montage dans des canaux de flux, les capteurs présentent différentes formes de support et lignes. Les sondes de mesure à monter disposent d'une sonde-tige dont la tête de mesure est munie d'un élément doté d'un mince film ou d'une perle NTC. Son boîtier de protection confère obligatoirement à la sonde une directivité, c'est pourquoi ce type de sonde sera employé dans les canaux à flux dirigé. Les débitmètres thermiques conviennent spécialement à la mesure de débit massique. Il s'agit de tubes de mesure surmoulés munis d'éléments thermiques de mesure et d'unités d'affichage. Le système de capteurs se compose d'un circuit en pont, d'un dispositif de régulation ainsi que d'un calculation de valeur mesurée et d'interfaces de sortie numériques. Le circuit de mesure fonctionne selon deux méthodes : dans le cas de la méthode par refroidissement, le flux est détecté par le refroidissement du fluide de l'élément de mesure chauffé. Quant à la méthode de température constante, la puissance de chauffe constitue une mesure de la vitesse de flux qui sera électroniquement régulée en fonction du flux de chaleur dissipé.

Les sondes thermiques subissent les effets du vieillissement selon leur utilisation. La corrosion, l'encrassement ou la surchauffe peuvent modifier la résistance chauffante électrique et le transfert de chaleur ; il est donc recommandé de procéder à un recalibrage voire un nouvel ajustement. À cette fin, le constructeur tient des souffleries de calibrage à votre disposition.

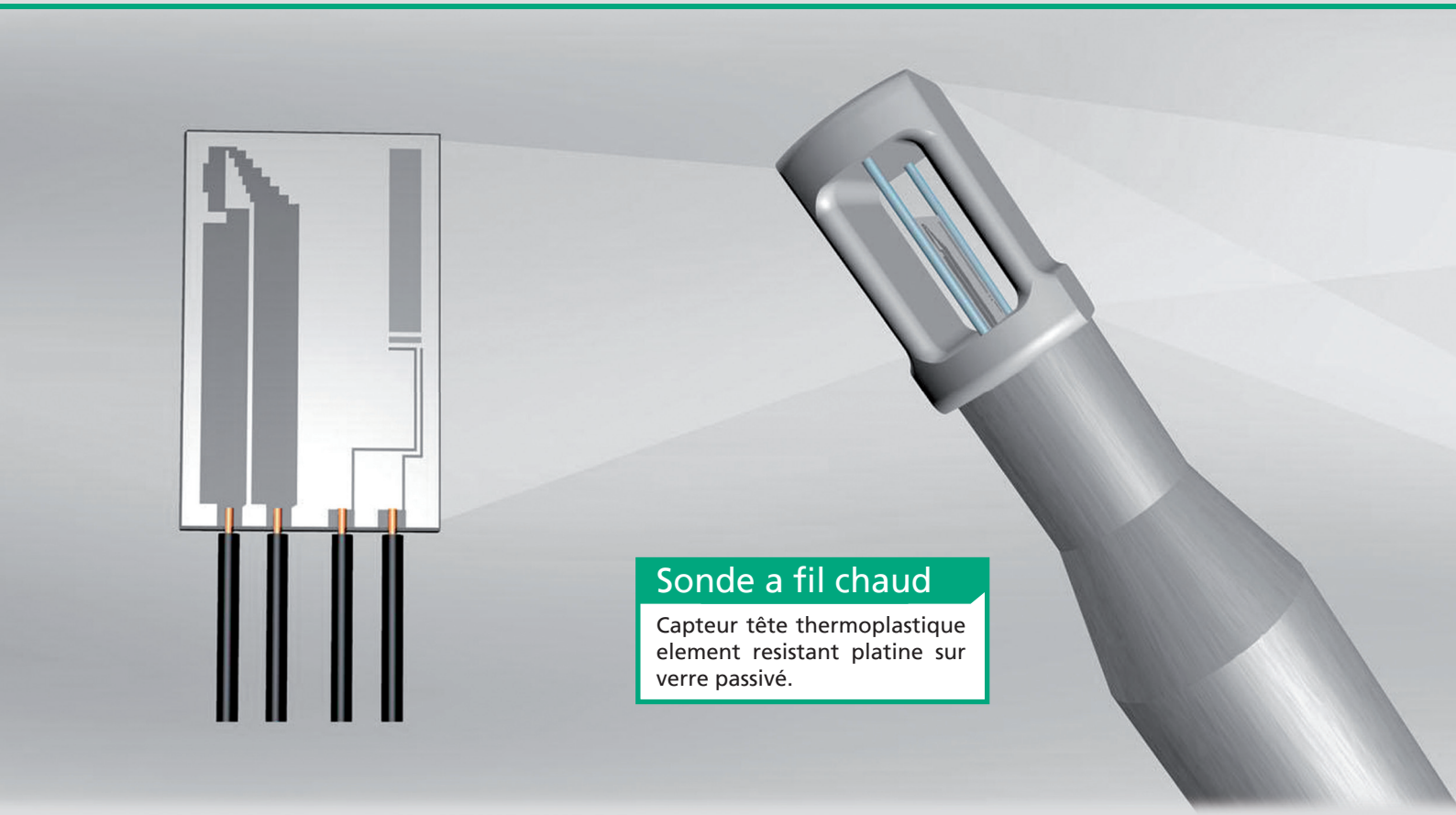
Circuits de régulation en anémométrie

Lorsqu'un capteur thermique est entouré d'un fluide, la dissipation convective de la chaleur modifie les conditions électriques du circuit de mesure. Les grandeurs de mesure auxiliaires correspondantes seront détectées afin de déduire de leurs variations la vitesse de flux.

Ces grandeurs de mesure auxiliaires dépendent du paramètre de chauffage choisi. Dans le cas d'une puissance de chauffage ou d'une tension de chauffage constante, on mesurera la différence de température tandis que, dans le cas d'intensités de chauffage constante ce sera la température de chauffe, pour une température de chauffe constante l'intensité de chauffe, et pour une différence de température constante la tension de chauffe requise.

Parmi les méthodes les plus employées pour l'utilisation d'anémomètres, citons la CCA (Constant-Current Anemometry) et la CTA (Constant-Temperature Anemometry). La première est réalisable sans régulation compliquée puisque le capteur est chauffé à un courant constant. La mesure porte sur la résistance de la sonde qui se modifie suite au refroidissement du capteur à fil chaud lorsque passe le fluide. Ce qui augmente la tension de mesure en vertu de la loi d'Ohm. Quant au circuit de mesure CCA, il convient très bien aux petites vitesses de flux. L'inertie thermique de la sonde a toutefois une influence négative sur la dynamique de mesure étant donné que sa résistance, qui présente une grande constante de temps thermique, ne peut suivre les modifications rapides du flux. La CTA remédie à cet inconvénient.

Dans le cas de circuits de mesure de type CTA, des circuits de régulation très rapides maintiennent le capteur à une température constante par compensation du courant ou de la tension d'alimentation. Le refroidissement du fil chaud est compensé, maintenant ainsi sa résistance constante. L'avantage de cette méthode est que l'on peut déterminer la température du capteur, rendant ainsi possible une correction théorique de l'influence de la température. Contrairement à l'anémomètre à courant constant, on constate également une sensibilité nettement plus élevée sur une plage de vitesse étendue.



Sonde a fil chaud

Capteur tête thermoplastique element resistant platine sur verre passivé.

Avantages de la mesure thermique des flux

Le procédé de mesure thermique autorise une plage de mesure d'une grande envergure, d'environ 0,1 à 200 m/s. Les petites et moyennes vitesses peuvent être détectées avec une résolution très élevée. En outre, des sondes de petites dimensions sont possibles ; elles présentent une faible inertie à l'égard des variations de flux. Les fréquences limites jusqu'à 600 kHz et la détection quantitative du degré de turbulence sont possible. Parmi les autres avantages, citons la simplicité du circuit de mesure et le faible investissement pour la compensation de la température du fluide.

Les mesures de débit avec des anémomètres thermiques ne conviennent pas uniquement aux flux dans de petites conduites. Les mesures de débits massiques et volumiques en conditions normales peuvent être immédiatement calulées sans autres grandeurs de mesure secondaires. Indépendance de la pression et de la température, réaction rapide aux variations de fluide, étendue hautement dynamique de la plage de mesure et détection directe du débit massique, l'anémométrie thermique devient indispensable dans la technique de mesure des flux.

Plus d'informations

http://www.schmidttechnology.fr