

# TRANSMETTEURS OEM: TOUT-EN-UN

de Daniel Hofer, Dipl. El.-Ing. FH et Bernhard Vetterli, Dipl. El.-Ing. HTL

## La miniaturisation en technique de mesure de pression

Les transmetteurs OEM de Keller constituent doublement - au meilleur sens du terme - des systèmes intégrés. D'une part, le capteur et l'électronique associée sont logés dans le même boîtier, et d'autre part, la capsule de transmetteur convient tout particulièrement pour une intégration à d'autres systèmes d'applications spécifiques. Le signal de sortie est normalisé selon les besoins et compensé en température, par traitement radiométrique ou numérique.

La technique « puce dans l'huile » (chip in oil CiO) répond à la tendance de la miniaturisation dans le domaine des capteurs. La conception ultracompacte, l'insensibilité élevée aux perturbations électromagnétiques et la résistance aux vibrations du fait d'une faible masse et des conducteurs courts en constituent des avantages marquants.

En clair, la technique CiO signifie qu'un ASIC est monté dans la même enveloppe que le capteur, offrant ainsi à l'utilisateur toute une série de fonctionnalités avantageuses. Mais la capsule de mesure de pression n'en est pas plus importante, les cotes externes restent les mêmes. Ce concept de transmetteur est disponible en boîtiers 4L ... 9L, à partir d'un diamètre de 11 mm.

Des traversées frittées dans du verre et résistantes à la pression délivrent les signaux du transmetteur à l'extérieur. Le câblage intérieur s'effectue par conducteurs métallisés courts et légers, le tout dans l'huile, à l'abri total de l'air. Ceci permet donc en tout premier lieu de renoncer au branchement de fins circuits imprimés de traitement du signal avec câblage multi-

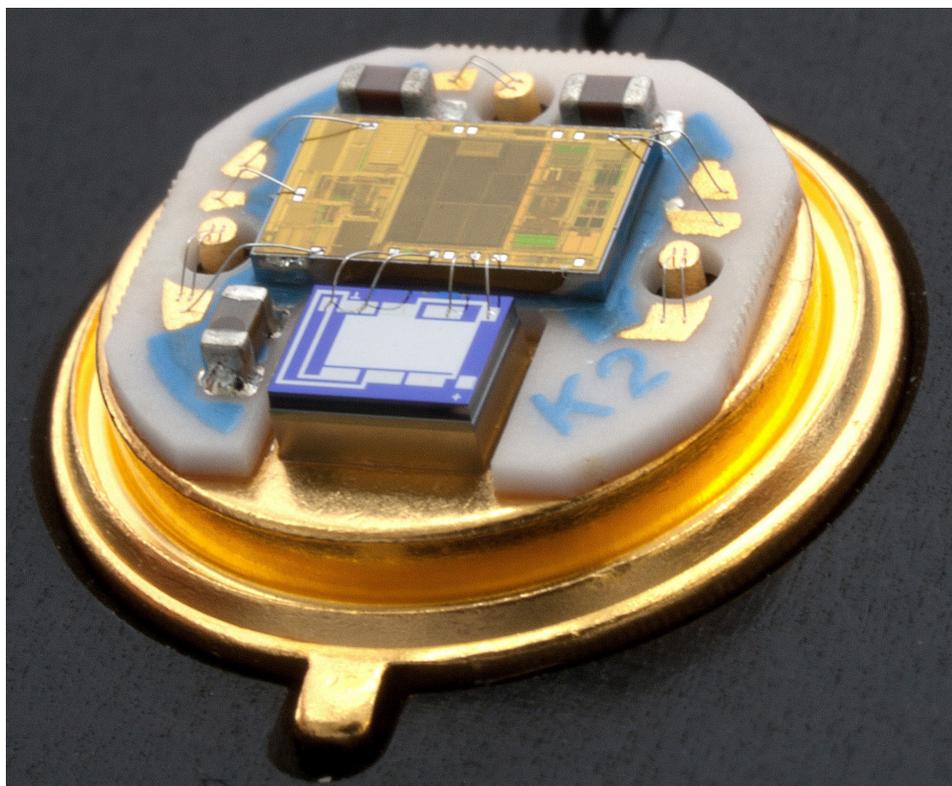
conducteurs lorsque le capteur de pression est destiné à être intégré à un autre système. En second lieu, l'électronique associée n'a pas besoin non plus d'être protégée de l'humidité et de la condensation.

Associées à un boîtier en acier inox, ces traversées dans le verre, tout comme les condensateurs de traversée constituent une cage de Faraday. La technique CiO est donc très immunisée contre les champs électriques. Ainsi des intensités de champs de 250 V/m de fréquences jusqu'à 4 GHz ne peuvent pas influencer le signal de mesure. L'interface numérique doit toutefois être protégée par le

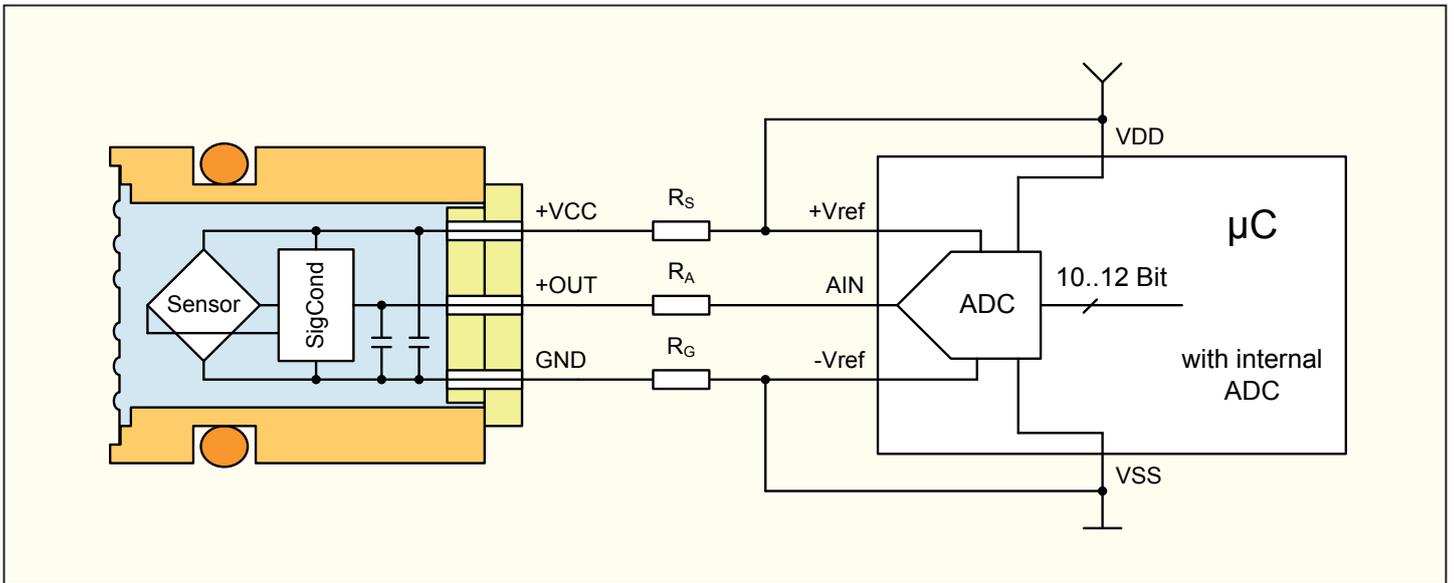
concepteur d'appareillages.

L'ASIC est conçu comme microcontrôleur avec périphérie associée, ce qui permet de recueillir des signaux de capteurs de grande résolution et de grande dynamique. Outre la pression de processus, l'ensemble mesure également la température pour assurer une compensation mathématique de l'influence de la température lors du traitement du signal.

Les transmetteurs OEM présentent deux signaux de sortie, une tension de sortie analogique radiométrique et une interface numérique inter-circuit intégré (I2C).



Les signaux très sensibles du capteur sont injectés par des conducteurs métallisés très courts dans le circuit intégré de conditionnement et le signal traité est sorti sur un circuit de faible impédance aboutissant à des broches traversant le verre. Même la protection CEM et contre les surtensions est intégrée.



Structure systématique d'un transmetteur OEM de la série C, directement relié à un microcontrôleur à convertisseur A/N intégré. Si l'on s'assure d'une faible résistivité des conducteurs, il est possible de s'affranchir d'une calibration puisque le convertisseur A/N et le conditionnement du signal sont référencés réciproquement.

### Signal de sortie ratiométrique

L'astuce du format ratiométrique du signal de sortie est qu'il n'est en fait pas formaté. Il dépend en effet de la tension d'alimentation. Pour une utilisation dans des systèmes intégrés, ceci représente un avantage inestimable. Si les convertisseurs analogiques/numériques en aval du transmetteur sont alimentés par la même source de courant, la valeur mesurée numérique est toujours correcte. Ceci tient en ce que la hauteur des étages de numérisation dépend certes de la tension d'alimentation, mais pas le nombre d'étages ; or c'est ce dernier qui est important. Le recours à des signaux ratiométriques permet une réduction substantielle de la complexité de transmission du signal du capteur de pression vers les convertisseurs A/N de l'électronique de traitement et rend superflues les étapes de calibration, cette complexité disparaissant totalement

avec le raccordement à un microcontrôleur à convertisseurs A/N intégrés. Il est néanmoins spécifié une plage de signal de sortie, à savoir 0,5 ... 4,5 V pour une tension d'alimentation de 5,0 V. Avec une tension d'alimentation précise et stable, cette plage peut être directement utilisée comme « signal normalisé ». Le taux de balayage de 2 kHz offre une dynamique particulièrement bonne pour un produit fondé sur le principe AN/NA. De plus, l'électronique intégrée en technique CiO assure également une protection permanente contre les surtensions et les inversions de polarité sur tous les conducteurs jusqu'à  $\pm 33$  VDC.

### Interface intégrée I2C

Les transmetteurs OEM de la taille de capsules de mesure de pression ne sont jamais raccordés directement à des systèmes de bus de terrain. Ces modules de couplage présentent le plus souvent des interfaces d'entrée correspondantes, telles que par exemple pour circuit intégré ou I2C. Il s'agit là de la norme utilisée depuis des années pour le franchissement de très courtes distances dans les systèmes intégrés. L'I2C maître nécessite deux conducteurs, l'un pour les données sérielles, l'autre pour le signal

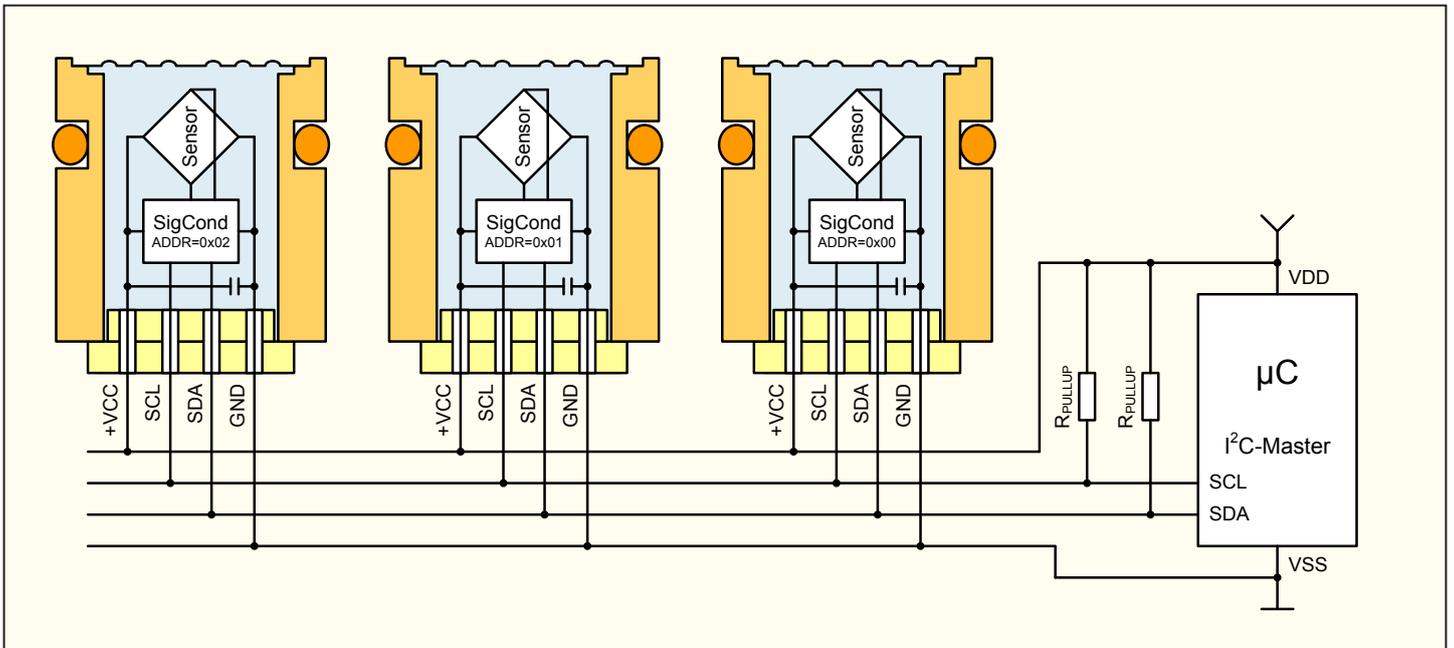
d'interrogation synchrone (horloge). Le maître n'impose donc aucune contrainte de rythme puisqu'il le détermine lui-même. Chaque transmetteur OEM dispose de sa propre adresse qui est interrogée par l'I2C maître. Dans la constellation actuelle, un module maître pourrait gérer jusqu'à 128 adresses distinctes. Les valeurs de pression et de température sont enregistrées par une instruction du maître et sont mises à disposition des transmetteurs (esclaves) dans un délai inférieur à 4 ms pour être ensuite transmises sous forme synchronisée selon un protocole prédéfini. Les valeurs sont compensées en température et normalisées, et n'ont plus qu'à être transformées d'un nombre entier 15 bits en des valeurs de pression et de température référencées sur une échelle.



Série 4 LC / 4 LD  
...le plus petit d'un diamètre de 11 mm



Série 6 LC  
...version haute pression



Structure schématique d'un miniréseau de transmetteurs OEM de la série D avec interface I2C. Deux lignes E/S «tri-state» numériques libres constituent la seule exigence fonctionnelle du microcontrôleur qui détermine librement le rythme de traitement par sa fonction de module maître.

### Utilisation mobile

Contrairement aux versions de CiO à sortie ratiométrique, les versions de CiO à sortie I2C peuvent se contenter de tensions d'alimentation ne dépassant pas 1,8 et 3,6 VDC. Elles conviennent donc tout particulièrement pour des applications mobiles alimentées par piles. Il convient aussi d'y ajouter le délai de transformation inférieur à 4 ms, pendant lequel le courant absorbé n'est que de 1,5 mA, ainsi que le mode Veille (sleep) dans lequel sont placés les transmetteurs en dehors d'une interrogation et dont le courant de repos est spécifié à la valeur typique de 0,1  $\mu$ A. Si le maître autorise une communication rapide adaptée, il est possible d'obtenir un échantillonnage de 250 valeurs par seconde.

### Un transmetteur OEM pour tous

Certaines valeurs caractéristiques typiques évoluent selon le format du signal de sortie, ratiométrique ou numérique. Avec une sortie analogique, le transmetteur peut être utilisé à des températures comprises entre -40 °C et +150 °C, alors que la valeur limite supérieure pour une sortie I2C est de 110 °C. De même, la plage de pression de la version analogique s'étend de 1 bars à 1000 bars, alors qu'elle se restreint de 1 bars à 200 bars pour la version numérique. S'il est nécessaire de disposer d'une dynamique accrue associée à un courant de plus forte valeur jusqu'à 8 mA, choisir la version analogique. Pour les applications à faible tension et de faible puissance, il est en revanche recommandé d'utiliser la version numérique qui fournit également l'information température.

### Résumé

Avec les transmetteurs OEM de la série C, Keller ouvre un nouveau chapitre de la technique de mesure à haute intégration. Le concept de puce dans l'huile (chip in oil) permet le traitement du signal directement dans le boîtier protecteur en acier inox, étanche et rempli d'huile, du capteur de pression. Le circuit intégré associé assure la linéarisation, la compensation de température et le paramétrage. Pour l'intégration à des systèmes de niveau supérieur ou des appareils alimentés par piles, le capteur est disponible en version à tension de sortie ratiométrique ou en version à interface numérique série I2C. La capsule est livrable en différentes formes extérieures selon l'application envisagée.



Série 9 FLC / 9 FLD

...avec bride à souder ou à monter avec joint d'étanchéité



Série 9 LC / 9 LD

...version basse pression