

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 10484

⑮ Débitmètre à élément rotatif.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 F 1/115.

⑰ Date de dépôt 26 mai 1981.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 3-12-1982.

㉓ Déposant : Société dite : DEGREMONT, société anonyme, résidant en France.

㉔ Invention de : Jean-Pierre Pelherbe et Jean Dominique Delmotte.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Cabinet A. Thibon-Littaye,
11, rue de l'Etang, 78160 Marly le Roi.

La présente invention a pour objet un débitmètre électronique du type comportant un élément rotatif, conçu pour faciliter la mesure du débit d'écoulement d'un fluide liquide ou gazeux, en particulier mais non exclusivement, dans les milieux explosifs ou corrosifs.

On sait que dans les débitmètres connus faisant appel à un élément rotatif tel qu'une hélice ou une turbine, monté en travers de la circulation d'un fluide dont on cherche à mesurer le débit, le débit de fluide est sensiblement proportionnel à la vitesse de rotation de l'élément rotatif, au glissement des nappes de fluide sur les pales de l'élément près. Avec un étalonnage correct, la mesure du débit se ramène donc à une mesure de la vitesse de rotation de l'élément rotatif. Plusieurs techniques pour réaliser cette mesure ont déjà été proposées ; l'on peut citer ;

- les débitmètres à transmission mécanique, dans lesquels le mouvement de rotation de l'élément rotatif est transmis à un compte-tours par l'intermédiaire de pignons ;
- les débitmètres à transmission par induction électromagnétique, dans lesquels un inducteur solidaire de l'élément rotatif induit un flux dans un stator ;
- les débitmètres à transmission optoélectronique, dans lesquels des émetteurs lumineux sont solidaires de l'élément rotatif, des récepteurs coopérants étant fixés à l'intérieur de la canalisation.

Ces débitmètres connus présentent des inconvénients qui interdisent un fonctionnement convenable dans des fluides explosifs et/ou corrosifs. Ils soulèvent principalement, des problèmes d'encrassement, d'encombrement et de sécurité. Lorsque la transmission du mouvement est mécanique, les organes de transmission se corrodent rapidement et il est bien entendu difficile d'assurer une lubrification nécessaire à un fonctionnement précis.

Les débitmètres électromagnétiques travaillant en courant alternatif sont sujets aux parasites, et l'obligation de blinder les bobinages électriques accroît leur poids et leur encombrement. De plus, les courants induits sont faibles, de sorte qu'une amplification de puissance est nécessaire. Enfin

toute transmission magnétique emprunte de l'énergie à l'élément rotatif, ce qui influe défavorablement sur la précision de la mesure, surtout dans le cas de faibles débits. Pour ce qui est des débitmètres à transmission par voie optoélectro-

5 nique, les cellules émettrices ou réceptrices sont sujettes à un encrassement qui altère rapidement leurs caractéristiques de transmission et, d'autre part, leur alimentation pose des problèmes de sécurité en atmosphère explosive quand leur ali-

10 mentation est effectuée in situ, ou des problèmes d'amplification dans le cas contraire.

La présente invention pallie ces inconvénients grâce à un débitmètre à élément rotatif et à transmission électronique, d'un fonctionnement précis et fiable, permettant la mesure de débits de fluides quelconques et répondant en

15 particulier aux normes de sécurité intrinsèque imposées aux débitmètres destinés à fonctionner en atmosphère corrosive ou explosive.

L'invention a ainsi pour objet un débitmètre à élément rotatif caractérisé en ce qu'il comporte un aimant per-

20 manent solidaire de l'élément rotatif, un capteur à effet Hall disposé pour être sensible au champ magnétique créé par l'aimant et fournir ainsi un signal de sortie périodique de fréquence correspondant à la vitesse de rotation de l'aimant.

25 De préférence, le capteur est un débitmètre, caractérisé en ce que le capteur est inclus dans un circuit intégré délivrant des impulsions à ladite fréquence dans le signal de sortie du capteur. Ceci a en outre l'avantage de faciliter l'obtention d'une indication du débit directement

30 en forme numérique, par comptage des impulsions présentes dans le signal de sortie du capteur.

En pratique, l'élément rotatif comporte en général un arbre dans l'axe d'une partie d'entraînement en forme d'hélice ou de turbine notamment, et l'aimant est monté

35 perpendiculairement sur l'arbre. Un tel élément est en général monté rotatif dans des paliers portant l'arbre à l'intérieur d'un tronçon de canalisation destiné à guider la circulation du fluide dont on cherche à mesurer le débit, l'arbre étant disposé longitudinalement selon l'axe de la

40 canalisation et la partie d'entraînement en travers de la circulation. Le capteur à effet Hall est alors avantageuse-

ment monté sur la face interne de la canalisation, au même niveau de coupe transversale que l'aimant, tandis qu'il est connecté électriquement à un dispositif extérieur à la canalisation comprenant les circuits d'alimentation et de traitement électronique du signal de sortie.

Ainsi conçu, le débitmètre selon l'invention présente une très grande sécurité de fonctionnement, même pour un fluide encrassant ou corrosif, et l'on ne risque pas qu'une étincelle électrique y provoque une explosion. De plus, il est de faible encombrement, et comme le capteur à effet Hall ne demande qu'un courant très faible, en courant continu, la consommation énergétique est modique. L'ensemble avec les circuits électroniques de traitement du signal, se prête bien à une alimentation par piles.

La transmission de l'information "vitesse de rotation" de l'élément rotatif, proportionnelle au débit, est réalisée par voie électronique, la variation du champ magnétique engendré par l'aimant provoquant dans le capteur une variation de la résistance d'un élément sensible à semi-conducteur qui se traduit dans le signal de sortie. La variation se produit à chaque tour de l'aimant, donc de la partie d'entraînement de l'élément rotatif, de telle sorte que le ou/ capteur fournit un signal périodique/impulsionnel dont la fréquence est égale à la vitesse de rotation de l'élément tournant (en nombres de tours par unité de temps), et donc proportionnelle au débit. Le signal de sortie du capteur à effet Hall peut être traité en mode analogique pour afficher le résultat des mesures par un appareil à indicateur mobile devant une échelle préalablement étalonnée, en combinaison ou non avec un traitement directement numérique où ledit signal de sortie est appliqué à l'entrée d'un circuit de comptage de ses impulsions, comportant avantageusement un diviseur de fréquence programmable, dont le taux de division peut être réglé en fonction de la relation préexistante entre la fréquence des impulsions dans le signal et un débit unitaire arbitraire ($1 \text{ m}^3 / \text{h}$ par exemple) et un compte des débits cumulés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre d'un mode particulier de réalisation, donné uniquement à

titre d'exemple non limitatif, en regard des figures qui représentent :

- la figure 1, un schéma d'un débitmètre à capteur à effet Hall selon l'invention ;

5 - la figure 2, un schéma électrique de montage du capteur à effet Hall ;

- la figure 3, un schéma électrique d'un circuit de mesure analogique du débit instantané ;

10 - la figure 4, un schéma électrique d'un circuit de comptage totalisateur de débit.

Sur la figure 1, le débitmètre, monté dans une canalisation C, comprend une hélice 1, disposée perpendiculairement au sens d'écoulement du fluide, symbolisé par la flèche F, dont on veut mesurer le débit. Cette hélice est
15 entraînée en rotation par le fluide, en même temps qu'un arbre 2, qui est solidaire de l'hélice selon son axe et monté sur paliers dans la canalisation, et sur lequel est fixé radialement un aimant permanent 3. La vitesse de rotation de l'ensemble est directement proportionnelle au débit du
20 fluide. Un circuit intégré formant capteur à effet Hall 4, moulé dans une matière électriquement neutre et isolante, est fixé sur le même support que les paliers l'arbre 2, au voisinage de la trajectoire de rotation de l'aimant 3. Ainsi, les pôles de l'aimant 3 se présentent successive-
25 ment devant le capteur Hall 4. Ce capteur comprend, comme en soi connu, un élément sensible au champ magnétique qui consiste en une plaquette de matériau semiconducteur excitée en courant continu et dont on détecte les variations de résistance sous l'effet du champ magnétique, dans un signal
30 qui est appliqué à la base d'un transistor amplificateur traduisant ces variations sous forme d'impulsions dans le signal de sortie. Un tel capteur en circuit intégré peut être, par exemple, du type commercialisé sous la référence "TL 170C" par la Société TEXAS INSTRUMENTS. Dans ce cas particulier, le
35 passage des pôles de l'aimant 3 provoque l'apparition, sur la borne de sortie, du capteur d'impulsions dont l'amplitude est de 5 volts.

Un aimant permanent 3 de petites dimensions ne perturbe pas d'une manière sensible l'écoulement du fluide.
40 Toutefois, il est bien entendu possible de l'intégrer dans

l'hélice ou dans la turbine elle-même. Il est constitué sous forme d'un barreau cylindrique allongé, de sorte que la distance entre les pôles de l'aimant et le capteur soit relativement faible. Le capteur 4 est connecté électriquement, à travers la paroi de la canalisation, à un circuit 5 d'alimentation et de traitement électronique du signal du capteur, qui sera décrit ci-dessous en regard des figures 2, 3 et 4.

Sur la figure 2, le capteur 4 est alimenté par une 10 source de tension stabilisée 21, par exemple de 24 volts, à travers une résistance ballast 8, une diode Zener 6 étant branchée en parallèle sur la source 21 avec un condensateur de filtrage polarisé 7. Une tension continue, stabilisée et filtrée, est ainsi disponible aux bornes de la diode 6, et 15 cette tension peut servir à l'alimentation d'un certain nombre de circuits C-MOS qui seront décrits par la suite. Le signal de sortie du capteur 4 est acheminé sur deux bornes 30 et 40 connectées respectivement à un circuit de mesure du débit instantané et à un circuit compteur des dé- 20 bits cumulés par totalisation des impulsions.

La figure 3 représente le circuit de mesure instan- tanée du débit par un galvanomètre 11, préalablement étalon- né. Le signal d'entrée de la borne 30 est acheminé sur un convertisseur fréquence-courant 12 de type C-MOS, tel que 25 celui désigné dans le commerce sous la référence LM 2917. Les polarisations désirées sont obtenues à l'entrée par une résistance 22 en dérivation, et d'autre part, par deux ponts diviseurs 9 et 10, équipés de potentiomètres de réglage, qui permettent d'obtenir l'ajustement du 0% et du 100%, valeurs 30 qui correspondent respectivement, par exemple, à 4 et 20mA. Le galvanomètre 11 peut être gradué directement en unités de débit ou être remplacé par tout dispositif d'affichage, à d'iodes ou à cristaux liquides.

La figure 4 représente le circuit totalisateur, 35 permettant de connaître les débits cumulés. Il a pour objet de compter le nombre d'impulsions, qui correspond à un nombre de rotations de l'hélice, et par suite à l'écoulement d'un volume déterminé de fluide. Le signal appliqué sur la borne 40 est le signal de sortie du capteur 4. Les commutations du

capteur 4 sont très rapides. C'est pourquoi, une division de fréquence est réalisée dans les étages 13 et 14, constitués par des diviseurs programmables à 8 bits du type CD 40103B, par exemple. Le signal d'entrée est par ailleurs
5 limité en courant grâce à une résistance en série 23, et ses oscillations sont amorties par des condensateurs non représentés. Le facteur de division des deux étages 13 et 14, en fonction de la relation entre débit et vitesse de rotation (connue par construction ou déterminée par étalonnage), de
10 sorte qu'à la sortie du diviseur 14, on obtienne une impulsion par unité de volume, le volume unitaire étant arbitraire, par exemple 1m^3 . Ces impulsions sont négatives et elles sont trop brèves pour commander un relais. Aussi, le diviseur 14 est suivi par un monostable 15 qui fixe, par un circuit RC,
15 la constante de temps à environ deux secondes, ce qui permet de commander un transistor de sortie 17 dans le circuit collecteur duquel est branché un relais 18 qui lui-même commande un compteur 19, ce dernier compte donc le nombre des unités de volume débitées. La base du transistor 17 est
20 connectée à la sortie du monostable 15 par une résistance 16 et le relais 18 est par exemple un relais REED à mercure.

Dans une application particulière, à partir d'un débitmètre à hélice, on a réalisé un appareil selon l'invention pour mesurer le débit des gaz provenant de la digestion
25 des boues dans une station de traitement des eaux. On a monté sur l'arbre de l'hélice et radialement à celui-ci un aimant miniature cylindrique de 3mm de diamètre et de 10 mm de longueur. On a disposé, à l'intérieur de la canalisation un circuit intégré formant capteur à effet Hall de sorte que
30 ce capteur soit à 5 mm de la trajectoire des pôles de l'aimant. Lorsque le débit de gaz est de $1\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ (en volume réel, pertes de charge comprises) la turbine tourne à 8 800 t/mn. Dans ces conditions, le capteur Hall émet 533 impulsions par m^3 . Les impulsions sont acheminées sur des diviseurs
35 réglés pour diviser la fréquence par 41, puis par 13, afin d'obtenir finalement une impulsion à la sortie des diviseurs pour 533 impulsions du capteur 4. Ce sont donc des impulsions au rythme d'une impulsion pour 1m^3 qui sont enregistrées dans le compteur 19, lequel indique donc un volume en nombre

de mètres cubes. La mesure du débit instantané est obtenue à partir du même signal de sortie du capteur par une conversion fréquence-courant faisant appel à un circuit C-MOS. Il serait bien entendu possible d'utiliser les mesures ins-
5 tantanées pour obtenir par une intégration le débit cumulé du fluide dans la canalisation.

De nombreuses variantes peuvent être introduites, notamment par substitution de moyens techniques équiva-
lents, sans sortir pour cela du cadre de la présente inven-
10 tion.

REVENDICATIONS

1. Débitmètre à élément rotatif, caractérisé en ce qu'il comporte un aimant permanent (3) solidaire de l'élément rotatif (1) et un capteur à effet Hall (4) disposé pour être sensible au champ magnétique créé par l'aimant (3) et fournir ainsi un signal de sortie périodique de fréquence correspondant à la vitesse de rotation de l'aimant.

2. Débitmètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur (4) est inclus dans un circuit intégré délivrant des impulsions à ladite fréquence dans le signal de sortie du capteur.

3. Débitmètre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un convertisseur fréquence-courant (12), recevant le signal de sortie du capteur (4), la sortie du convertisseur (12) étant reliée à un appareil d'affichage analogique du débit mesuré (11).

4. Débitmètre selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de comptage d'impulsions (13, 14, 15) recevant le signal de sortie du capteur (4) pour fournir une indication de débit par totalisation des impulsions.

5. Débitmètre selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de comptage comprend un ensemble diviseur de fréquence (13, 14) à taux de division programmable en fonction d'une relation préexistante entre la fréquence des impulsions dans le signal et un débit unitaire.

6. Débitmètre selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend après le diviseur de fréquence, un compteur (19) des débits unitaires.

7. Débitmètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément rotatif et le capteur sont montés sur un même support à l'intérieur d'un tronçon de canalisation (C), l'élément rotatif comprenant une partie d'entraînement par un fluide montée en travers dudit tronçon de canalisation.

PAR PROCURATION

A. THIBON-LITTAYE

FIG.1

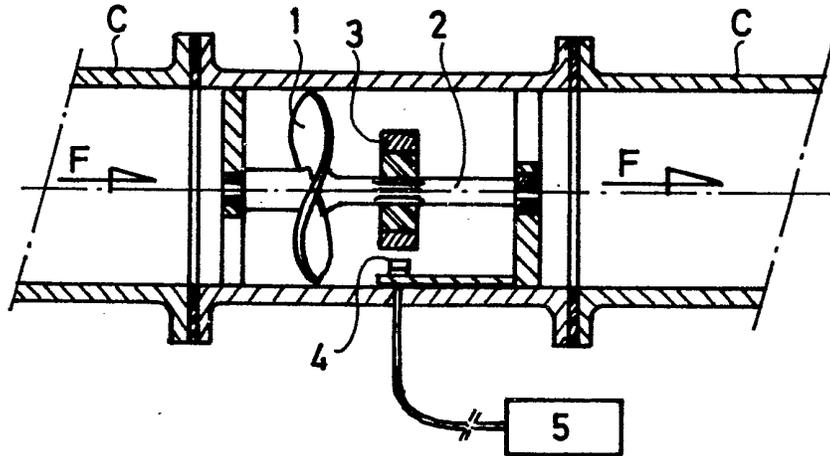


FIG.2

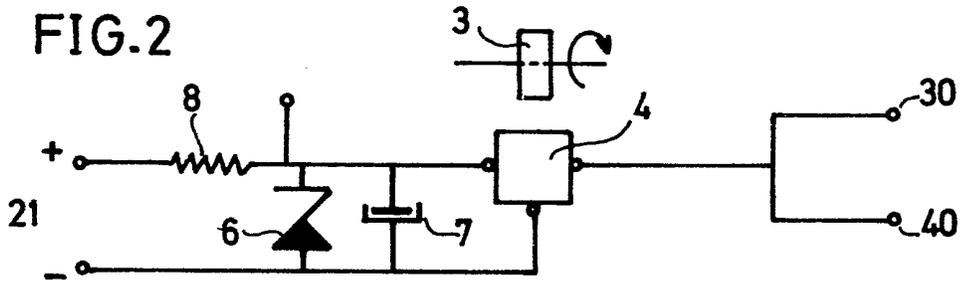


FIG.3

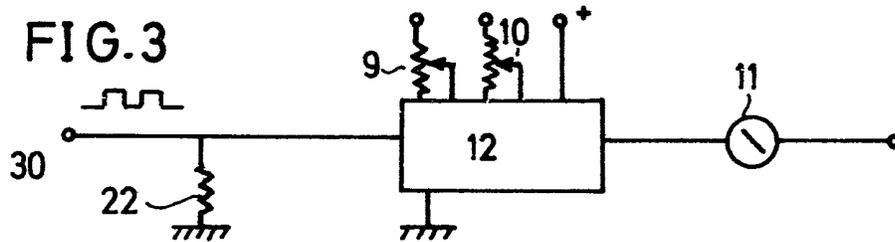
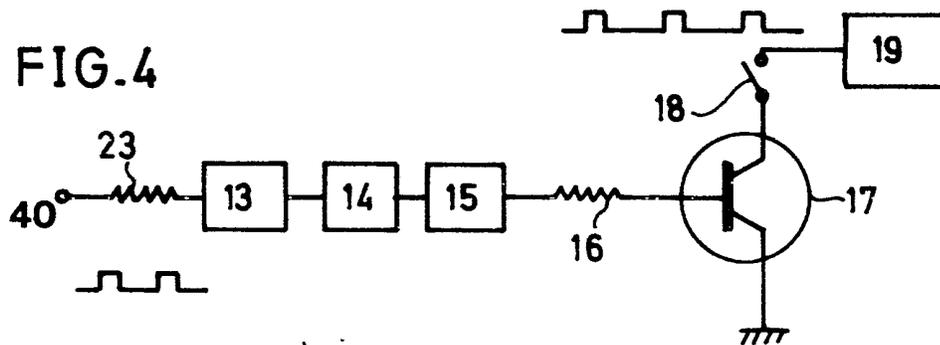


FIG.4



PAR PROCURATION

A. THIBON-LITTAYE