

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 82 00835**

(54) Système pour déterminer la vitesse de rotation d'un corps notamment d'une turbine appartenant à un débitmètre.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 P 3/48; G 01 F 1/115 // G 21 C 17/02.

(22) Date de dépôt ..... 20 janvier 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 29 du 22-7-1983.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, Etablissement de caractère technique  
scientifique et industriel. — FR.

(72) Invention de : Jean-Claude Barrère, Pierre Caunes et Guy Chiron.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,  
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention a pour objet un système permettant de déterminer la vitesse de rotation d'un corps. Ce système permet notamment de mesurer la vitesse de rotation d'une turbine d'un débitmètre dont la rotation est commandée par un fluide circulant dans une conduite, le débitmètre servant à mesurer le débit dudit fluide. De plus, ce système permet de déterminer le sens de rotation d'un corps et notamment d'une turbine d'un débitmètre. L'invention s'applique, en particulier, dans la mesure de débit d'eau, de vapeur ou de mélanges diphasiques de vapeur et d'eau notamment dans les réacteurs à eau pressurisée.

La mesure du débit, ou de vitesse d'écoulement, d'un fluide par exemple dans une conduite est généralement réalisée à l'aide d'une turbine dont la vitesse de rotation est liée de façon connue à la vitesse d'écoulement du fluide, en régime établi.

La mesure de cette vitesse de rotation utilise habituellement la variation de la réluctance d'un circuit magnétique dont la turbine fait partie ; ceci implique l'emploi d'un matériau à perméabilité élevée pour la fabrication de la turbine (matériau ferromagnétique) et par conséquent interdit l'utilisation de matériaux légers, ce qui conduit à une augmentation de la masse de la turbine et par conséquent de son inertie. L'utilisation d'une turbine en matériau lourd (acier) ne permet pas la mesure de vitesses de rotation rapidement variables et par conséquent la mesure de débits de fluide rapidement variables.

De façon pratique, la mesure de la vitesse de rotation d'une turbine se fait à l'aide d'une bobine (fluxmètre) enregistrant les variations du flux dues aux variations de positions des pales de la turbine. Ce procédé de détermination de la vitesse de rotation

d'une turbine présente un certain nombre d'inconvénients. En effet, l'amplitude du signal capté dans la bobine de prélèvement est liée à la vitesse de rotation de la turbine et décroît donc avec celle-ci ; la mesure des faibles vitesses est de ce fait impossible en dessous d'un certain seuil dépendant du bruit de fond de l'électronique associée à ladite bobine. En outre, l'interaction turbine-fluxmètre arrête la première pour les faibles vitesses. De plus, la bobine doit être proche des pales, ce qui nécessite de creuser un logement dans l'épaisseur de la conduite ; ce qui ne manque pas de diminuer la résistance mécanique de cette dernière.

Par ailleurs, au cours des régimes transitoires de débit d'un fluide, l'erreur de mesure due au moment d'inertie de la turbine n'est pas négligeable. Cette erreur peut être, certes, évaluée et par conséquent corrigée, si le fluide conserve une densité constante, mais dans le cas où l'on a à faire à un fluide diphasique, dans lequel le fluide et sa vapeur sont intimement mêlés, cette correction n'est plus possible.

Pour déterminer, dans une large gamme de vitesse, la vitesse de rotation d'une turbine d'un débitmètre, on pourrait envisager de faire une détection opto-électrique ou photo-électrique, mais malheureusement cette détection n'est pas utilisable lorsque le fluide est opaque, ce qui est le cas avec des fluides diphasiques.

La présente invention a donc pour objet un système de mesure de rotation d'un corps et notamment d'une turbine permettant de remédier à ces inconvénients et permettant, notamment, de déterminer ladite vitesse de rotation dans une large gamme. De plus, ce système permet de déterminer le sens de rotation de

ladite turbine, ce qui permet dans le cas d'une turbine appartenant à un débitmètre, de déterminer le sens d'écoulement du fluide circulant dans la conduite dans laquelle est placé le débitmètre.

5 De façon plus précise, l'invention a pour objet un système permettant de mesurer la vitesse de rotation d'un corps, notamment d'une turbine, se caractérisant en ce qu'il comprend au moins un petit aimant, logé dans le corps et créant un champ magnétique, et un capteur magnétométrique à couche magnétique mince, logé à proximité dudit corps, apte à mesurer ledit champ magnétique créé et à émettre un signal électrique dont la fréquence permet de déterminer la vitesse de rotation dudit corps.

10 15 L'utilisation d'un capteur magnétométrique à couche mince permet d'utiliser un corps réalisé en des matériaux légers tels que des matériaux choisis dans le groupe comprenant l'aluminium et ses alliages. Ceci permet de mesurer des vitesses de rotation, donc 20 des débits de fluides, élevés.

De plus, selon l'invention, ce système permet de détecter le sens de rotation du corps.

25 En effet, selon un mode préféré de réalisation de l'invention, ce système comprend, de plus, un deuxième capteur magnétométrique à couche magnétique mince, logé à proximité du corps et apte à émettre un deuxième signal électrique dépendant du champ magnétique créé par l'aimant, ce deuxième capteur magnétométrique étant décalé angulairement par rapport au premier capteur, la mesure du signe du déphasage entre 30 les deux signaux électriques permettant de détecter le sens de rotation du corps.

35 Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, la couche magnétique des deux capteurs est réalisée en un alliage de fer et de nickel.

5 Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, les deux capteurs magnétométriques, de forme cylindrique, sont disposés chacun dans un boîtier cylindrique et de façon que leur axe soit orthogonal à l'axe de rotation du corps.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et non limitatif. Pour plus de simplicité, la description se réfère à un système permettant de déterminer la vitesse et le sens de rotation de la turbine d'un débitmètre, mais bien entendu, l'invention est d'application beaucoup plus générale.

15 La description se réfère à des figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'une conduite dans laquelle est disposé un débitmètre comportant une turbine dont on veut mesurer la vitesse de rotation ;
- 20 - la figure 2 est une vue en coupe suivant la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 2a est une coupe suivant la ligne A-A de la figure 2 ;
- 25 - la figure 3 représente un capteur magnétométrique à couche mince servant à déterminer la vitesse de rotation de la turbine du débitmètre de la figure 1 ;
- la figure 4 représente un schéma synoptique des circuits électroniques associés à la couche mince des capteurs magnétométriques ;
- 30 - la figure 5 représente la partie utile du cycle d'hystérésis du matériau constituant les aimants du système de mesure de la vitesse de rotation d'une turbine ; la courbe représentée sur cette figure donne la perméabilité  $\mu_0$  en fonction du produit de  $\mu_0$  par le champ démagnétisant  $H_c$  exprimé en Tesla ;
- 35

- les figures 6 et 7 représentent l'évolution de la vitesse de rotation d'une turbine dans des conditions réelles d'utilisation ; les courbes représentées sur ces figures donnent la vitesse de rotation, exprimée en tour par seconde (tr/s) en fonction du temps (t) exprimé en seconde (s) sur la figure 6 et en minute (min) sur la figure 7 .

Sur la figure 1, on a représenté un débitmètre, désigné par la référence générale 10. Ce débitmètre 10 est monté dans un alésage formé dans un corps cylindrique 12 prévu pour être inséré dans une conduite 14 par tous moyens appropriés. Ce débitmètre 10 comporte un support tubulaire 16 dont le diamètre externe est sensiblement égal au diamètre interne de l'alésage, formé dans le corps 12, et qui est normalement immobilisé entre un épaulement 18 et un écrou 20, vissé dans une partie taraudée 22 de cet alésage. Le support 16 est constitué par deux cylindres identiques 24 reliés par une ou plusieurs barres longitudinales 26 de façon à définir entre eux un évidement 28 dans lequel est reçue une turbine 30 présentant un certain nombre de pales 32 inclinées par rapport à la direction d'écoulement du fluide, par exemple dans le sens indiqué par la flèche 34. De préférence, les pales 32 de cette turbine 30 sont réalisées en un matériau léger amagnétique choisi dans le groupe comprenant l'aluminium et ses alliages.

Chacun des cylindres 24 du support 16 porte un palier 36 par l'intermédiaire de quatre ailettes radiales 38, de largeur réduite et dont la configuration est prévue de façon à entraver aussi peu que possible l'écoulement du fluide à l'intérieur de la conduite 14. Les paliers 36 sont parfaitement alignés et leur axe commun est confondu avec l'axe du corps 12.

La turbine 30 est supportée par un axe cy-

lindrique 40, réalisé en matériau dur et magnétique tel que de l'acier inoxydable, qui fait saillie de part et d'autre de la turbine à l'intérieur des paliers 36. Les extrémités 48 de cet axe 40, associé par tout moyen connu à la turbine 30, sont montées tournantes dans les paliers 36 correspondant par l'intermédiaire de roulements à billes 42 montés en satellite sur des axes 44 portés par une cage de roulements 46 montée fixement à l'intérieur du palier 36 correspondant.

La turbine est reçue dans l'évidement 28 avec un certain jeu axial entre les paliers 36. Le débattement axial de la turbine 30 est limité par la venue en contact des extrémités 48 de l'axe 40 avec des butées, montées de façon fixe à l'intérieur des paliers 36, portant au niveau de l'axe du débitmètre un insert 50. Le positionnement de ces butées par rapport aux extrémités 48 de l'axe 40 peut être réglé afin de donner au débattement axial de la turbine la valeur désirée.

Pour plus de détails sur le réglage des butées et sur la cage de roulements, on peut se référer à la demande de brevet n° 2461928 déposée le 18 juillet 79 par le demandeur et intitulée "débitmètre".

Ce débitmètre 10 est, de plus, muni d'une ogive 52 creuse prolongeant les paliers 36 de part en d'autre du support 26. Cette ogive 52 est conçue de façon à perturber le moins possible l'écoulement du fluide dans la conduite 14 par exemple dans le sens indiqué par la flèche 34.

Le débitmètre 10 est, de plus, muni d'un système, qui sera décrit ultérieurement, permettant de mesurer la vitesse de rotation de la turbine 30 et permettant de déterminer le sens de rotation de ladite turbine.

La mise en rotation de la turbine est assurée par l'écoulement d'un fluide (liquide, gaz ou mélange des deux), circulant dans la conduite 14 par exemple dans le sens indiqué par la flèche 34, en exerçant sur les pales 32 de la turbine 30 un couple fonction de son débit qui tend à faire tourner la turbine autour de son axe. La turbine 30 tourne à une vitesse proportionnelle au débit du fluide circulant dans la conduite 14. En conséquence, la mesure de la vitesse de la turbine 30 effectuée par le système de mesure permet de connaître la valeur du débit du fluide après un étalonnage préalable.

Le système de mesure, selon l'invention, est constitué, en se référant aux figures 1 et 2, de deux petits aimants de forme allongée 54 noyés dans le corps de la turbine 30 et diamétralement opposés. Ces deux aimants 54, disposés perpendiculairement à l'axe 40 de la turbine 30 sont réunis magnétiquement entre eux par ledit axe réalisé en matériau magnétique (acier inoxydable). Ces deux aimants 54 sont susceptibles de créer un champ magnétique qui peut être mesuré par deux capteurs magnétométriques 56 de forme cylindrique (figure 2). Ces deux capteurs magnétométriques qui sont des capteurs magnétométriques à couche mince, réalisée par exemple en un alliage de fer et de nickel, sont disposés dans des boîtiers cylindriques à double paroi 58 dans lesquels peut être monté un circuit de refroidissement 60 permettant de refroidir, si nécessaire, les capteurs magnétométriques 56. Ce circuit de refroidissement 60 peut être constitué par une circulation d'eau comprenant un ensemble 61 pour mettre en circulation l'eau de refroidissement, une conduite d'aménée 63 et une conduite de sortie 62 de ladite eau reliées à l'ensemble 61. Ces boîtiers cylindriques 58 sont fixés dans un évidement 64 pratiqué

dans le corps 12 au moyen de plaques de fixation telles que 66 maintenues solidaires du corps 12 au moyen de vis 68.

5 Les capteurs magnétométriques 56 sont disposés tangentiellement à la surface de la conduite 14, c'est-à-dire de façon que leur axe z soit orthogonal à l'axe de rotation 40 de la turbine 30. Ces deux capteurs magnétométriques sont décalés angulairement l'un par rapport à l'autre d'un angle de 90° environ.  
10 Ces capteurs sont munis, chacun, d'un câble électrique 70 permettant de les relier à une électronique de mesure 72 située hors de la conduite 14 dans laquelle est placé le débitmètre.

15 Pour déterminer la vitesse de rotation de la turbine 30 un seul capteur magnétométrique 56 suffit. Le signal électrique de forme quasi-sinusoidale qu'il émet présente une fréquence directement liée à la vitesse de rotation de la turbine. Des exemples de mesure de la vitesse de rotation seront donnés ultérieurement.  
20

25 La détermination du sens de rotation de la turbine, donc la détermination du sens d'écoulement d'un fluide dans une conduite munie d'un débitmètre tel que décrit ci-dessus, se fait en utilisant les deux capteurs magnétométriques 56 disposés tel que décrit précédemment. La mesure du signe de déphasage des signaux émis par les deux capteurs fournit le sens de rotation de la turbine. En faisant une courbe de "Lissajous" avec les deux signaux, on obtient sur tout moyen de visualisation connu, une courbe elliptique dont le sens de parcours donne le sens de rotation de la turbine.  
30

35 Les deux capteurs magnétométriques 56, comme schématisé sur la figure 3, sont constitués d'une couche mince 74 en alliage de fer et de nickel (ferro-

nickel), par exemple réalisée sous la forme d'une couche monodomaine, déposée sur un support cylindrique 76 par exemple en quartz.

5 L'anisotropie magnétique de cette couche mince est caractérisée par son axe de facile aimantation, par son axe de difficile aimantation et par la valeur  $H_K$  du champ d'anisotropie. L'axe de difficile aimantation est parallèle à l'axe Z du cylindre support 76, l'axe de facile aimantation est circonférentiel, donc fermé sur lui-même et de ce fait, il n'y a 10 qu'un seul domaine dans la couche.

15 Le principe de mesure d'un champ magnétique avec un capteur magnétométrique à couche mince est basé sur l'exploitation des caractéristiques du cycle d'hystéresis transverse de cet élément.

20 Ce principe a été largement décrit dans une demande de brevet n° 2198146 déposée le 4 septembre 1972 par le demandeur et intitulé "Procédé de mesure de champs magnétiques et magnétomètre de mise en oeuvre".

25 On va brièvement rappeler le principe de la mesure. En l'absence de tout champ magnétique extérieur, l'énergie d'anisotropie de la couche mince 74 fait que le vecteur intensité d'aimantation à saturation  $\vec{I}_s$  est dirigé suivant l'axe de facile aimantation. L'application d'un champ magnétique faible  $\vec{H}_e$  dirigé suivant l'axe de difficile aimantation entraîne 30 la rotation du vecteur  $\vec{I}_s$  par rapport à sa position de repos, d'un angle déterminé, dans le sens d'un alignement sur  $\vec{H}_e$ . Ainsi quand on applique un champ magnétique  $\vec{H}_c$  alternatif, le vecteur  $\vec{I}_s$  oscille entre deux positions limites, la couche mince est alors dite excitée.

35 Ce circuit d'excitation, dans le cadre de l'invention est constitué, par un bobinage 78, consti-

tué de plusieurs boucles, dont l'axe est parallèle à l'axe de difficile aimantation, c'est-à-dire parallèle à l'axe z, ce bobinage 78 étant supporté par un cylindre coaxial au cylindre 76 et le recouvrant. Le cyclindre supportant le bobinage 78 peut être réalisé en quartz ou en alumine frittée. Un circuit de prélèvement constitué d'une boucle 80 peut alors capter les oscillations du vecteur  $\vec{I_s}$  et les transformer en variations de tension V.

Si le champ magnétique d'excitation  $\vec{H_e}$  est purement sinusoïdal de fréquence F et seul présent au niveau de la couche mince 74, les oscillations du vecteur  $\vec{I_s}$  sont symétriques par rapport à l'axe de facile aimantation et la tension V est à la fréquence 2f. En revanche, si un champ extérieur à mesurer (ici le champ créé par les aimants) se superpose au champ d'excitation  $\vec{H_e}$ , la symétrie des oscillations est rompue et l'on voit apparaître dans la tension V une tension à la fréquence d'excitation f. On montre que la fonction de transfert du capteur magnétométrique proprement dit est linéaire, ce qui permet de mesurer avec de tels capteurs des champs magnétiques tels que celui créé par les aimants, dirigés suivant l'axe de difficile aimantation de la couche mince 74 constituant ces capteurs.

Ces capteurs magnétométriques proprement dit sont associés à une électronique représentée schématiquement sur la figure 4. Cette électronique est principalement constitué d'un circuit d'excitation 82 dont fait partie le bobinage 78, d'un circuit d'amplification et de détection 84 dont fait partie la boucle de prélèvement 80, et d'un circuit de contre-réaction 86 du champ d'excitation, relié à la sortie du circuit d'amplification et de détection 84. Le signal de sortie correspondant au champ magnétique à mesurer est véhiculé par le conducteur 88 en direction de l'électronique de mesure 72.

Le circuit de contre-réaction 86 du champ magnétique d'excitation peut être constitué, en se référant à la figure 3, d'un bobinage 90 enroulé sur un support cylindrique coaxial aux deux autres cylindres 5 78 et 76. Ce support cylindrique peut être réalisé en quartz ou en alumine frittée. Ce circuit de contre-réaction 86 permet de compenser la non linéarité de la sensibilité du capteur magnétométrique proprement dit observée dès que les champs d'excitation et à mesurer 10 sont élevés.

L'ensemble des capteurs magnétométriques tels que décrits précédemment (figure 3) sont protégés par une enveloppe cylindrique 92, réalisée par exemple en aluminium, servant de blindage électromagnétique.

15 En général, la couche mince monodomaine 74 est saturée suivant l'axe de facile aimantation. Cette saturation est obtenue en appliquant momentanément à la couche mince 74 un champ magnétique  $\vec{H}_s$  supérieur à la valeur  $H_K$  du champ d'anisotropie. Ce champ  $\vec{H}_s$  est 20 produit au moyen d'un fil conducteur 94, courant le long de l'axe Z du capteur magnétométrique et transportant une impulsion de courant de saturation dont le retour s'effectue par l'enveloppe de protection 92 afin de conserver la symétrie de révolution.

25 Les caractéristiques généralement obtenues pour ces couches minces 74 sont un champ d'anisotropie  $H_K$  de l'ordre de 150 à 250 A/m, une sensibilité élevée de l'ordre de 10 picotesla, une bande passante élevée de l'ordre de plusieurs kilohertz, un faible encombrement, une consommation d'énergie faible d'environ 30 10 milliwatts.

35 On va maintenant donner un exemple de réalisation du système ainsi que différentes mesures de vitesse de rotation d'une turbine obtenues au moyen du système selon l'invention.

5 Dans le cas où l'on désire mesurer la vitesse de rotation d'une turbine d'un débitmètre, placé dans une conduite d'un réacteur à eau pressurisée, les aimants 54, placés dans le corps de la turbine, doivent pouvoir supporter des températures de l'ordre de 350°C sans que leur aimantation rémanente ne subisse de diminution irréversible. Dans ces conditions, les deux aimants devront donc être réalisés en un matériau adéquat, de type Al-Ni-Co-Fe.

10 La figure 5 reproduit la partie utile du cycle d'Hystérésis de ce matériau.

15 La taille des aimants dépend, bien entendu, de la taille de la turbine. Pour une turbine dont le diamètre du corps est de 25 millimètres (mm) et celui de l'axe 8 mm on utilisera par exemple deux aimants cylindriques de 7,5 mm de longueur totale et de 3 mm de diamètre. Ceci correspond à une masse totale pour les deux aimants de 0,77 gramme ce qui augmente peu l'inertie de la turbine.

20 Dans l'exemple de réalisation décrit ci-dessus, on a utilisé deux aimants, mais bien entendu un ou plusieurs aimants peuvent être utilisés.

25 Des études ont montré que de tels aimants étaient suffisants pour créer un champ magnétique mesurable par les capteurs magnétométriques 56 tels que décrits précédemment.

30 Les capteurs magnétométriques fournissent une tension quasi-sinusoidale dont l'amplitude est proportionnelle à la composante du champ magnétique fourni par les aimants suivant l'axe de difficile aimantation de la couche mince constituant lesdits capteurs et dont la fréquence donne la vitesse de rotation de la turbine. La mesure du signe du déphasage entre les signaux émis par les deux capteurs donne le sens de rotation de ladite turbine.

Des études ont montré que, pour un champ magnétique d'excitation donné (celui fourni par les aimants), l'amplitude du signal magnétométrique varie peu en fonction de la fréquence dudit signal. Une légère atténuation de l'amplitude apparaît cependant pour un signal dont la fréquence est supérieure à 100 Hertz, ce qui correspond à une vitesse de rotation pour la turbine de 6000 tours par minute (tr/min). Mais cette atténuation, qui est liée au corps de la turbine présentant un effet de blindage magnétique non négligeable, n'est pas telle qu'on ne puisse pas mesurer la fréquence du signal.

L'amplitude des signaux captés par les capteurs magnétométriques est de l'ordre de 2 Volts, ce qui correspond à un champ magnétique de 20000 nanotes-las crête à crête. Les expériences ont été réalisés avec des aimants et une turbine présentant les caractéristiques données ci-dessus.

Les figures 6 et 7 indiquent l'évolution de la vitesse de rotation d'une turbine au cours du temps, dans des conditions réelles d'utilisation. Sur la figure 6 le temps est exprimé en secondes et sur la figure 7 en minutes. Après mise sous pression d'un ballon, contenant de l'eau à haute température (environ 300°C), duquel part une conduite contenant la turbine d'un débitmètre, fermée à l'une de ses extrémités, on ouvre brutalement, par explosion de membranes, cette extrémité. La mise en rotation de la turbine est donc très rapide comme on peut le constater sur la figure 6. En effet, 5 millisecondes après l'explosion, la turbine tourne à plus de 7500 tr/min. La figure 7 indique en particulier que l'arrêt de la turbine intervient à 3 minutes 55 secondes après l'explosion.

Ces différents résultats indiquent qu'avec

le système de mesure, selon l'invention, on peut déterminer des vitesses de rotation d'une turbine dans une très grande gamme de vitesses et ce dans un environnement magnétique normal.

5           Dans un milieu magnétiquement perturbé, des études ont montré qu'il était nécessaire de protéger les capteurs magnétométriques de cet environnement afin de ne pas modifier les caractéristiques desdits capteurs. Ces mêmes études ont montré qu'un blindage magnétique, par exemple tel que représenté sur la figure 2, constitué d'une enceinte 96 en fer doux recouvert sur sa face interne 98 de deux couches en  $\mu$  métal était nécessaire. Cette enceinte 96, disposée autour de la turbine, présente la forme la plus fermée possible, de 10           façon à protéger suffisamment lesdits capteurs du milieu environnant. Cette enceinte 96 comprend une partie centrale cylindrique 96a flanquée autour du corps 12 du débitmètre et deux parties coniques 96b protégeant les câbles électriques 70 des capteurs magnétométriques. De plus, deux demi coquilles 100a et 100b, réalisées par exemple en acier inoxydable amagnétique, 15           fixent l'ensemble sur le corps 12. Ces deux demi-coquilles 100a et 100b, servant, de plus, à protéger ledit ensemble, sont maintenues solidaires l'une de 20           l'autre au moyen de vis tellesque 102.

25           Dans l'invention telle que décrite précédemment on a surtout envisagé de déterminer la vitesse de rotation et le sens de rotation de la turbine d'un débitmètre. Bien entendu, le système de mesure, selon 30           l'invention peut être utilisée pour déterminer la vitesse et le sens de rotation d'une turbine et de manière plus générale dans tout dispositif tachymétrique.

REVENDICATIONS

1. Système pour mesurer la vitesse de rotation d'un corps, notamment d'une turbine, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un petit aimant (54), logé dans le corps (30) et créant un champ magnétique, et un capteur magnétométrique (56) à couche magnétique mince (74), logé à proximité du corps, apte à mesurer ledit champ magnétique créé et à émettre un signal électrique dont la fréquence permet de déterminer la vitesse de rotation dudit corps.

5 2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aimant (54) est disposé perpendiculairement à l'axe de rotation (40) du corps (30).

10 3. Système selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'aimant (54) est réalisé en un matériau constitué par un alliage de fer, de nickel, d'aluminium, et de cobalt.

15 4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le corps (30) est réalisé en un matériau choisi dans le groupe comprenant l'aluminium et ses alliages.

20 5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un deuxième capteur magnétométrique (56) à couche magnétique mince (74), logé à proximité du corps (30) apte à émettre un deuxième signal électrique dépendant du champ magnétique créé par l'aimant (54), ce deuxième capteur magnétométrique étant décalé angulairement par rapport au premier capteur, la mesure du signe de déphasage entre les deux signaux électriques permettant de détecter le sens de rotation du corps (30).

25 6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le décalage angulaire est de 90° environ.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la couche magnétique (74) des deux capteurs magnétométriques (56) est réalisée en un alliage de fer et de nickel.

5 8. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les deux capteurs magnétométriques (56), de forme cylindrique, sont disposés chacun dans un boîtier cylindrique (68) et de façon que leur axe (Z) soit orthogonal à l'axe 10 de rotation (40) du corps (30).

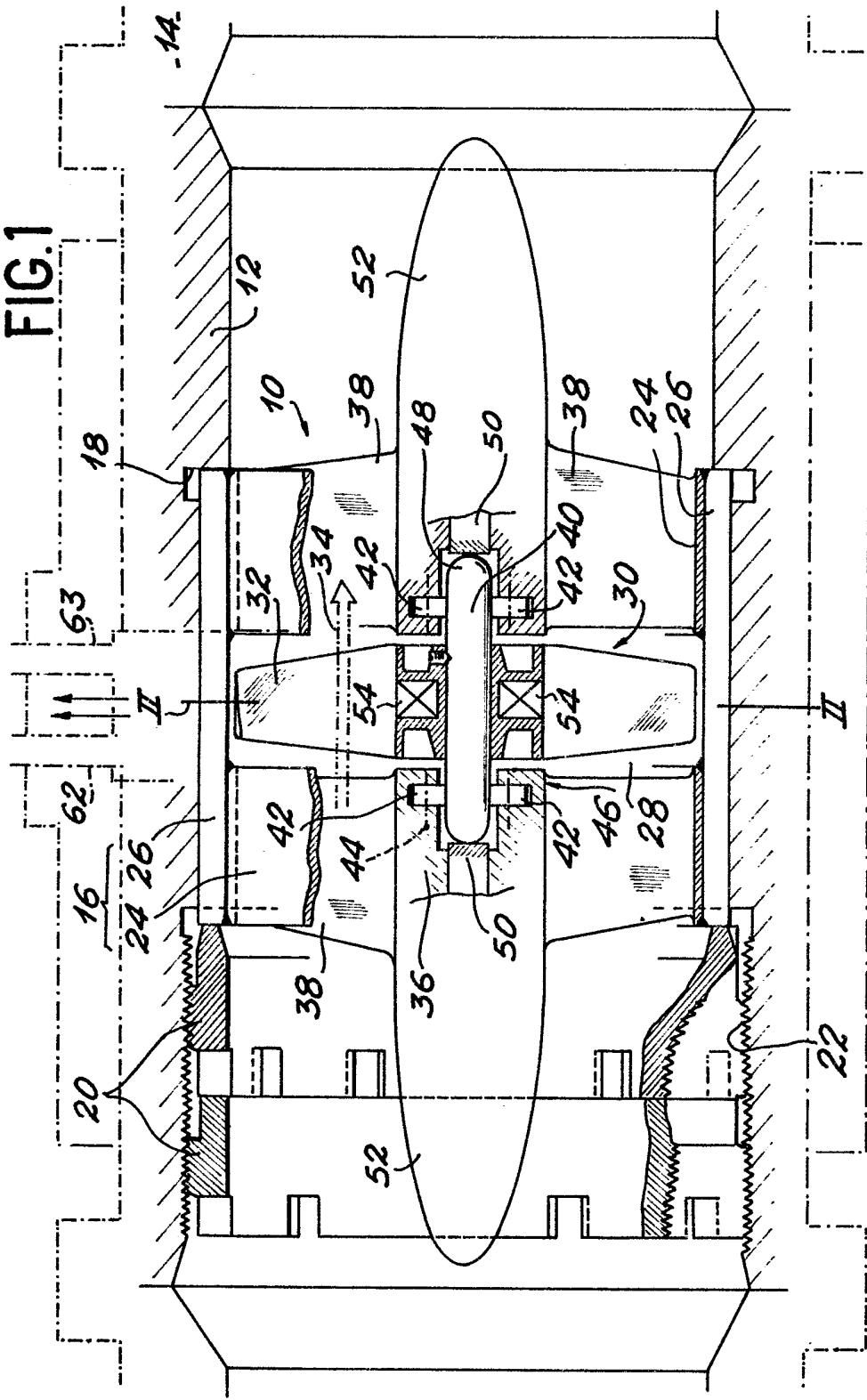
9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, des moyens (60) permettant de refroidir les deux capteurs magnétométriques (56) situés dans lesdits boîtiers (68).

15 10. Débitmètre permettant de mesurer le débit d'un fluide circulant dans une conduite (14), caractérisé en ce qu'il comprend une turbine (30) dont la rotation est commandée par le fluide et un système permettant de mesurer la vitesse de rotation de ladite 20 turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

25 11. Débitmètre selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un blindage magnétique (96, 98, 100) disposé autour de la turbine (30).

1-5

FIG.1



2,5

FIG.2

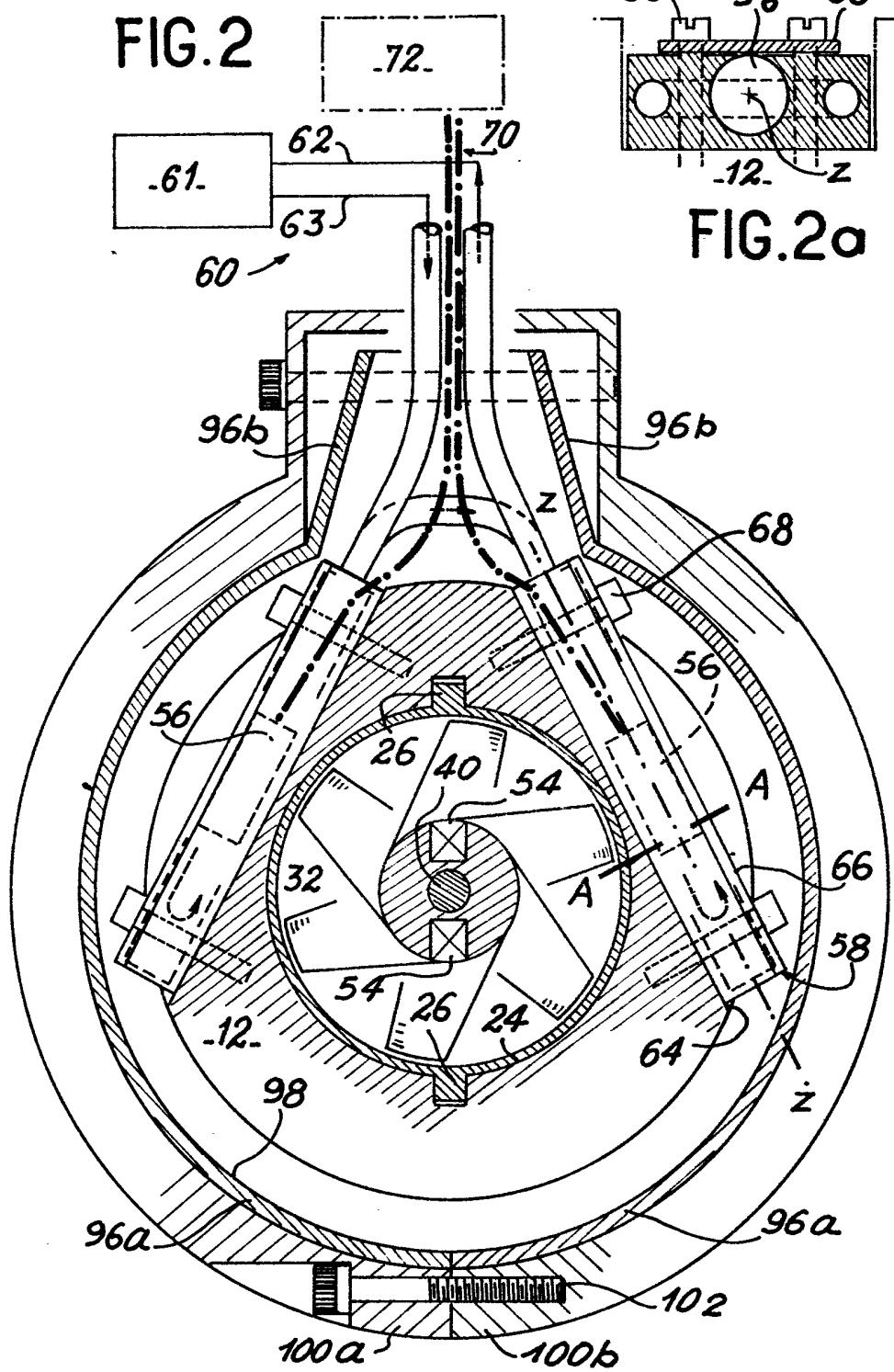


FIG.2a

3, 5

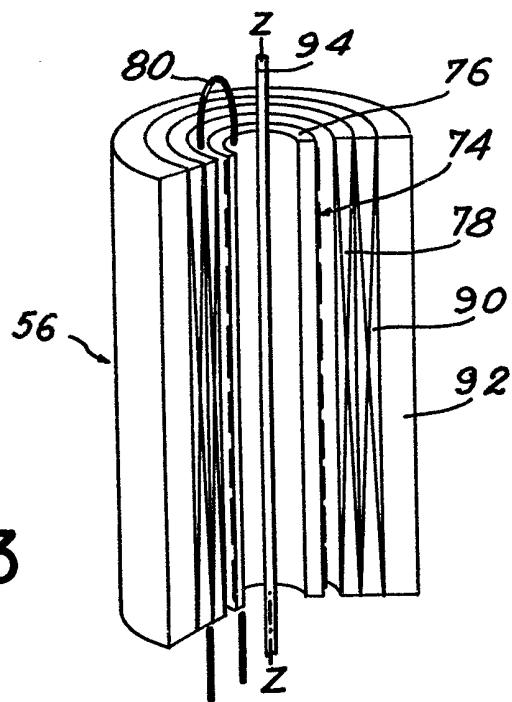
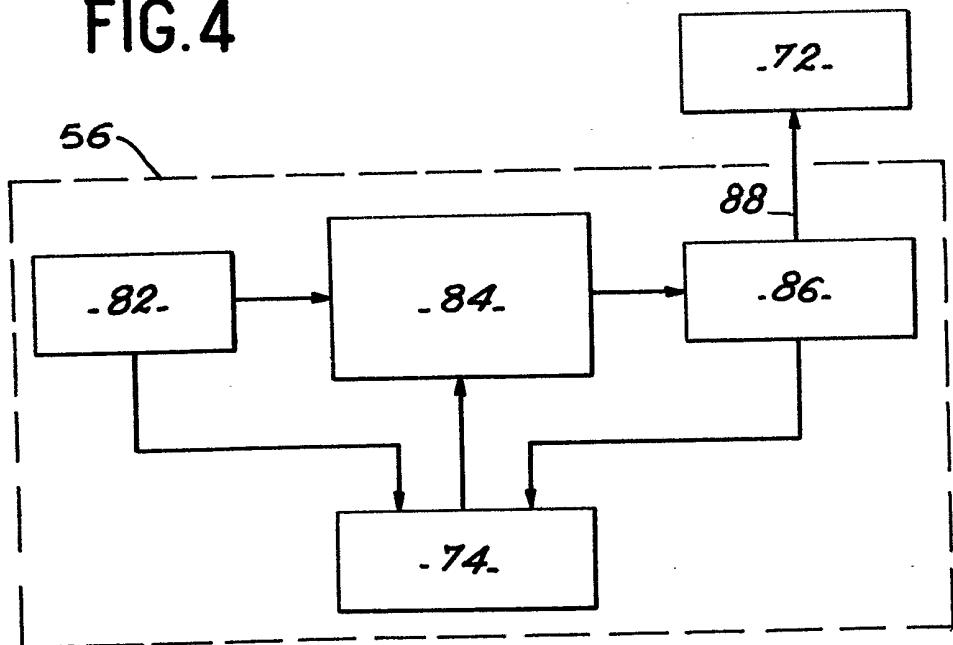


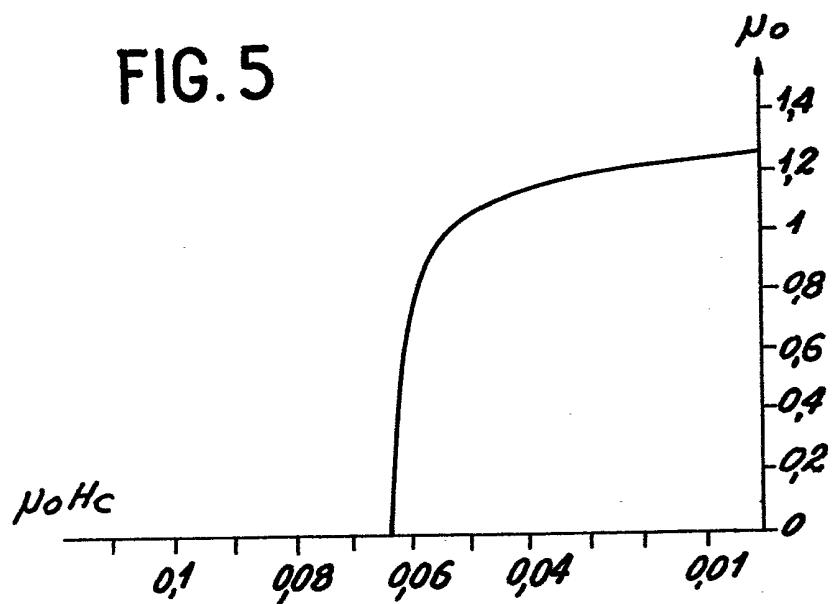
FIG. 3

FIG. 4



415

FIG. 5



5/5

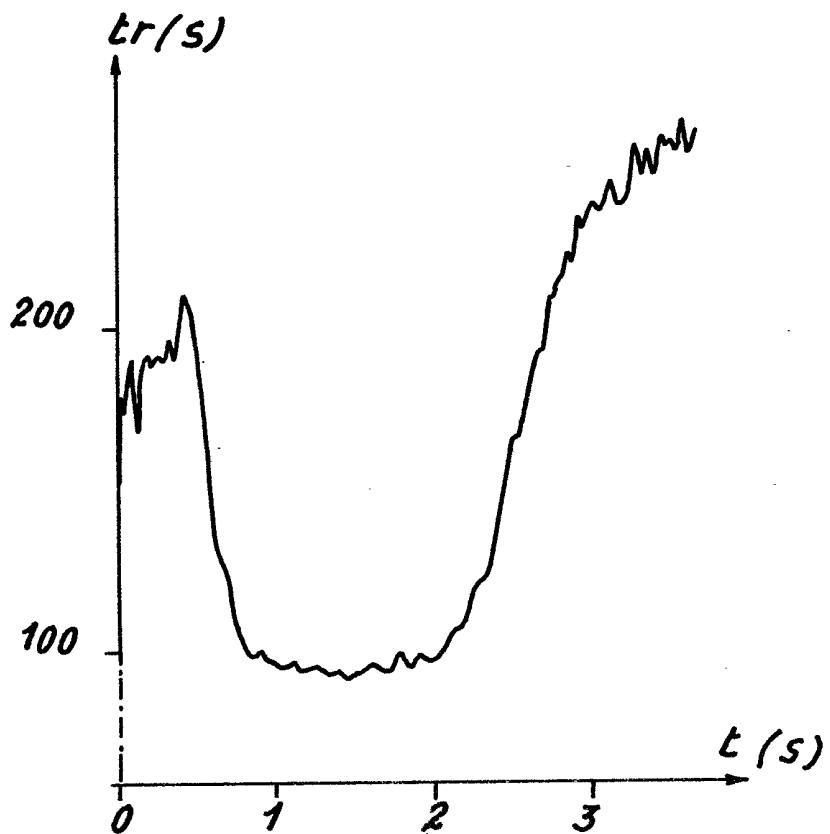


FIG. 6

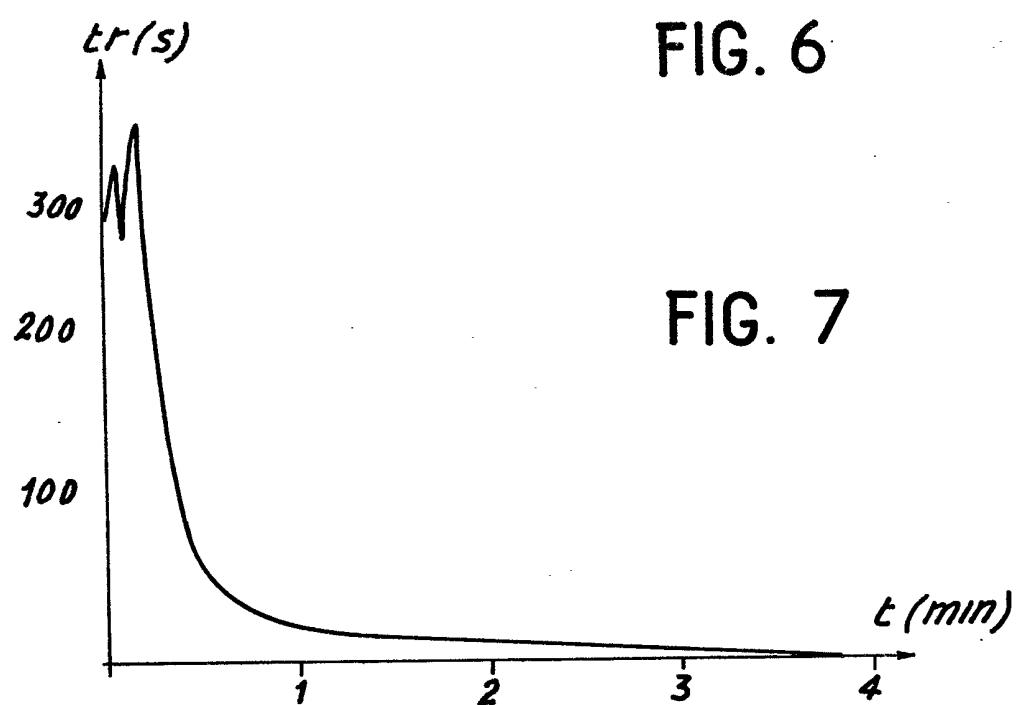


FIG. 7