(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 593 290**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 00929**

(51) Int Cl⁴ : G 01 P 3/487, 13/04.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23 janvier 1986.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 30 du 24 juillet 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société anonyme dite : CELDUC.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Marc Combette.

(73) **Titulaire(s) :**

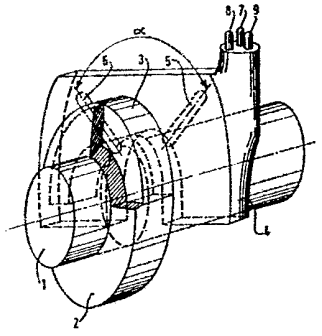
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Hirsch.

(54) Détecteur de vitesse et de sens de rotation pour machine tournante.

(57) La présente invention a pour objet un détecteur de vitesse et de sens de rotation pour machine tournante comprenant aimant tournant avec l'arbre de la machine, et interrupteurs commandés magnétiquement.

Elle est caractérisée par le fait qu'il comprend au moins une pièce magnétique 3 et au moins deux interrupteurs 5, 6 à commande magnétique.

Elle se rapporte à un détecteur de vitesse et de sens de rotation.



FR 2 593 290 - A1

DETECTEUR DE VITESSE ET DE SENS DE ROTATION POUR MACHINE TOURNANTE

La présente invention a pour objet des dispositifs détecteurs à impulsions de vitesse et de sens de rotation de machine tournante.

On connaît, dans l'art antérieur, nombre de dispositifs permettant de mesurer la vitesse de machines tournantes et, en particulier des compte-tours. Plus spécifiquement, on rappellera qu'il existe un certain nombre de dispositifs dans lesquels des éléments aimantés solidaires de l'arbre tournant agissent sur des interrupteurs à commande magnétique, ce qui permet de compter aisément le nombre de tours de l'arbre par unité de temps.

De tels dispositifs, s'ils présentent l'avantage d'une grande simplicité de réalisation, présentent le désavantage d'être insensibles à un changement de sens de rotation de la machine, de sorte que les indications fournies sont les mêmes quel que soit ce sens de rotation.

Il existe également de nombreux dispositifs, par exemple optiques, qui permettent à la fois de compter le nombre de tours par unité de temps et de détecter le sens de rotation, ces dispositifs sont généralement plus complexes et plus coûteux.

La présente invention a donc pour but des dispositifs à bas prix de revient, aisément montables sur toute machine ou tout arbre tournant et permettant de détecter à la fois la vitesse de rotation, c'est-à-dire le nombre de tours par unité de temps, et le sens de rotation. Les dispositifs conformes à la présente invention font appel à des interrupteurs à commande magnétique, selon un mode de réalisation préféré des interrupteurs à lame souple, et disposés à poste fixe au voisinage de l'arbre tournant et, de préférence, de façon sensiblement radiale, et à au moins un élément magnétique, de préférence, en plastoferrite lié à l'arbre et entraîné en rotation par ce dernier de façon qu'au cours de la rotation il agisse successivement sur lesdits interrupteurs. Des détails de réalisation seront donnés ci-après qui permettent, en

particulier, l'utilisation de tels dispositifs conformes à l'invention même dans des environnements magnétiques peu favorables tels qu'en particulier sur des moteurs électriques. Il est évident que la présence d'axes ou arbres en acier, de systèmes magnétiques et en particulier d'aimants permanents de moteurs, des espaces souvent restreints et des jeux réduits qui en résultent, créent une série d'inconvénients que l'on arrive à écarter conformément à la présente invention.

On notera que ces dispositifs conformes à l'invention sont particulièrement insensibles aux parasites électriques, conservent l'information même lorsque le système n'est pas sous tension, et ne présentent pas de liaison mécanique entre les différents éléments constitutifs. Par ailleurs, on arrive à un prix de revient réduit et à une grande facilité de montage, même sous de petits volumes ou dans des espaces exigus. Il est également possible, conformément à l'invention, d'obtenir des signaux réglables en temps et en position angulaire l'un par rapport à l'autre comme on le verra dans la description ci-dessous; de plus on parvient, pour la partie capteur du dispositif, à une étanchéité totale puisque que, comme on le verra ci-dessous, les éléments capteurs peuvent être surmoulés, par exemple dans une pièce en matière plastique.

Pour mieux faire comprendre les caractéristiques techniques et les avantages de la présente invention on va en décrire un exemple de réalisation étant bien entendu que celui-ci n'est pas limitatif quant à son mode de mise en oeuvre et aux applications qu'on peut en faire. On se reportera aux figures suivantes qui représentent schématiquement:

- la figure 1 une vue cavalière, partiellement arrachée, d'un dispositif conforme à l'invention monté sur un arbre;
- les figures 2 des chronogrammes des impulsions recueillies à la sortie du dispositif capteur de la figure 1;
- la figure 3 un exemple de schéma électronique de traitement des signaux émis par le dispositif de la figure 1;
- les figures 4 représentent les chronogrammes de fonctionnement du circuit de la figure 3.

A la figure 1, est représenté un arbre tournant 1 sur lequel est monté coaxialement par tout moyen adéquat non représenté un anneau ou disque 2 en matériau non-magnétique, par exemple en aluminium ou en polymère. Cet anneau présente un évidement dans lequel est montée une pièce magnétique 3 semi-torique également coaxiale séparée de l'arbre 1 par une partie de la pièce 2. Cette pièce magnétique 3 peut, selon un

mode de réalisation préféré de l'invention, être en plastoferrite. De préférence, pour les raisons qui seront exposées ci-dessous, on choisit cette pièce magnétique de sorte que ses lignes de flux soient disposées parallèlement à l'axe de l'arbre 1.

Chevauche sur l'arbre 1, mais en maintenant un jeu avec ce même arbre, une pièce non magnétique de préférence en matière plastique 4 en forme de cavalier ou de fer à cheval. Cette pièce est montée par tout moyen adéquat non représenté sur la figure de façon à être fixe par rapport à l'axe de l'arbre tournant, un jeu étant également maintenu entre l'arbre et cette pièce. Par ailleurs, cette pièce 4 en forme de cavalier est maintenue avec un jeu aussi faible que matériellement possible entre elle et la pièce magnétique 3 de façon que, lorsque cette pièce 3 et l'anneau amagnétique 2 entrent en rotation avec l'arbre 1, la pièce magnétique 3 se déplace au voisinage de la surface plane et perpendiculaire à l'axe de l'ensemble du cavalier 4 qui lui fait face. Noyés dans la pièce 4, deux dispositifs capteurs 5 et 6 sont excités par le passage, face à eux, de la pièce magnétique 3, c'est-à-dire lorsqu'ils sont traversés par les lignes de flux de cette pièce 3. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, ces dispositifs capteurs peuvent être des interrupteurs à commande magnétique et, en particulier, des interrupteurs à lame souple. Comme représentés sur la figure, ces interrupteurs à lame souple 5 et 6 sont disposés sensiblement dans un plan orthogonal à l'axe de l'arbre 1 et sensiblement radialement. Cette disposition permet la meilleure réponse lors du passage dans le champ des aimants dont les lignes de flux sont de préférence, parallèles à l'axe de l'arbre 1. L'écart angulaire entre les axes de ces deux interrupteurs 5 et 6, à savoir l'angle alpha, est selon un mode de réalisation préféré mais non limitatif de l'invention égal à 90°, mais cet angle peut avoir toute autre valeur en dehors de 180° car si les deux interrupteurs étaient disposés à 180° l'un de l'autre, le sens de rotation de l'arbre ne serait pas détectable comme on le verra ci-dessous à propose de la figure 2, c'est pourquoi l'expérience a montré que, dans la plupart des cas, les résultats les plus nets sont obtenus avec un angle alpha de l'ordre de 90°. On pourrait également utiliser plus d'une pièce magnétique décalées angulairement. Les capteurs à lame souple sont reliés au dispositif de mesure ou d'enregistrement par des bornes 7, 8 et 9. Dans le cas présent, l'une des bornes peut être commune aux deux capteurs 5 et 6. Dans le cas de la figure 1, on a prévu

deux capteurs mais il est évident que l'on peut utiliser plus de deux capteurs, néanmoins on peut se contenter de ces deux capteurs qui permettent d'obtenir des résultats satisfaisants sur la base de ce qui va être expliqué ci-dessous.

Il a été indiqué que la pièce magnétique 3 était, à la figure 1, un demi-tore, c'est-à-dire que ce demi anneau s'étend sur 180° de la périphérie de l'anneau amagnétique 2. On peut, ici encore, s'écarter de cette valeur de 180° pour toute valeur pratiquement différente de 0 et de 360°, mais l'expérience a montré que c'est aux environs de 180° que l'on obtient, dans la plupart des cas, des résultats simples à interpréter et particulièrement probants. On se limitera donc, dans le présent exemple, à une pièce magnétique de 180° et deux capteurs disposés à 90°, notamment en ce qui concerne les commentaires des figures 2.

Les figures 2a, b, c et d, représentent des chronogrammes des impulsions recueillies aux bornes 8 et 9 correspondant respectivement aux capteurs 5 et 6 lorsque la borne commune 7 est alimentée et que l'arbre tourne. A la figure 2a, l'arbre tourne à une certaine vitesse dans le sens anti-horaire ou trigonométrique. Lorsque la pièce magnétique 3 arrive face au capteur 5, l'interrupteur se ferme et apparaît un front d'impulsion, impulsion qui cessera après un demi-tour c'est-à-dire lorsque la pièce magnétique 3 quittera la zone du capteur 5 pour revenir au demi-tour suivant et recommencer de même. On obtient ainsi, pour le capteur 5, une série d'impulsions correspondant à environ 180°, c'est-à-dire à l'étendue angulaire de la pièce 3. En ce qui concerne le capteur 6, on va assister au même phénomène mais avec un déphasage $\emptyset_a$ correspondant à l'angle alpha. Ce déphasage $\emptyset_a$ se retrouve aussi bien entre les fronts montants des impulsions correspondant au capteur 5 et au capteur 6 qu'entre les fronts descendants, comme on le voit à la figure 2a. Si l'on inverse le sens de rotation de l'arbre (figure 2b), c'est-à-dire qu'on vient au sens horaire, le capteur 6 est attaqué par la pièce magnétique 3 avant le capteur 5 et l'on obtient les chronogrammes de la figure 2b, c'est-à-dire que chaque chronogramme correspondant à chaque capteur conserve la même forme, mais le déphasage est inverse, c'est-à-dire qu'il est toujours de 90° ce qui correspond à l'angle alpha, mais le sens de déphasage entre le chronogramme 5 et le chronogramme 6 est ici inversé par rapport à celui de la figure 2a. C'est ce que l'on a noté à la figure 2b sous la forme des déphasages $\emptyset_b$.

Si l'on modifie la vitesse, par exemple, si l'on double la vitesse par rapport aux chronogrammes des figures 2a et 2b, on obtient les figures 2c et 2d qui représentent des chronogrammes pour chacun des capteurs 5 et 6, à la figure 2c avec une rotation en sens anti-horaire ou trigonométrique et à la figure 2d avec une rotation en sens horaire. Les déphasages $\emptyset_c$ et $\emptyset_d$ correspondent respectivement aux déphasages des figures 2a et 2b c'est-à-dire $\emptyset_a$ et $\emptyset_b$, mais leur durée dans le temps est divisée par deux puisque l'arbre tourne deux fois plus vite.

Il est donc évident que considérant les chronogrammes tels que représentés aux figures 2a, 2b, 2c et 2d, on peut en déduire la vitesse et le sens de rotation.

En ce qui concerne la vitesse, on la déduit immédiatement soit du comptage des impulsions 5 ou 6 par unité de temps (comptage des fronts montants ou des fronts descendants), soit par mesure de la longueur dans le temps de chacune des impulsions qui est, bien entendu, inversement proportionnelle à la vitesse, soit encore par mesure de la durée dans le temps de la période de ces impulsions qui évidemment encore ici inversement proportionnelle à la vitesse. Mais le système classique de comptage d'impulsions est le plus aisé et le plus communément utilisé dans l'art antérieur. L'apport essentiel de la présente invention réside dans le fait que la détection du déphasage entre les impulsions provenant des capteurs 5 et 6 donne selon son signe le sens de rotation de l'arbre. Il suffit donc de détecter les fronts montants des impulsions 5 et 6 ou les fronts descendants de ces mêmes impulsions: si le front 5 apparaît avant le front 6, le sens de rotation est anti-horaire ou trigonométrique si, au contraire, le front 6 apparaît avant le front 5 le sens de rotation est horaire. On remarquera d'ailleurs que si non seulement on détecte le signe de ce déphasage mais également la durée dans le temps de ce déphasage, c'est-à-dire la valeur algébrique de $\emptyset_a$, $\emptyset_b$, $\emptyset_c$ ou $\emptyset_d$ selon les différentes figures 2a, 2b, 2c, 2d, on peut non seulement obtenir le sens de rotation mais également obtenir une valeur inversement proportionnelle à la vitesse de rotation.

La détection de l'ordre d'arrivée des fronts montants ou descendants des impulsions 5 et 6 et la mesure de la durée du déphasage entre ces impulsions peuvent être effectuées par tout moyen classique adéquat.

On notera que si la pièce magnétique ne mesure pas 180° angulairement, la durée des impulsions par rapport à leur période d'apparition sera modifiée en conséquence, ce qui pourra élargir ou restreindre les

impulsions échelons ou les créneaux. On notera également que si on fait varier l'angle alpha entre les capteurs, le déphasage Ø ne correspondra pas au quart de la période totale ni à la moitié d'une impulsion, dans le cas où la pièce magnétique s'étend sur 180°, mais restera, néanmoins, proportionnel compte tenu du rapport des angles.

Les figures 2a, 2b, 2c, 2d correspondent à un arbre tournant à vitesses uniformes et constantes, la vitesse des figures 2c et 2d étant, comme on l'a déjà souligné, double de celle des figures 2a et 2b, les sens des rotations des figures 2a et 2c étant anti-horaires ou trigonométriques, les sens de rotation des figures 2b et 2d étant horaires. Il est évident que si l'arbre tourne à vitesse variable, la longueur des impulsions et leur période vont varier inversement proportionnellement à la vitesse, de sorte que d'une impulsion à l'autre, non seulement la longueur de l'impulsion peut varier, mais également bien entendu le déphasage Ø.

Il est également possible d'envisager l'utilisation de plus de deux capteurs, ce qui donne autant de chronogrammes que de capteurs mais il est évident, comme il ressort des figures 2a, 2b, 2c et 2d que l'on obtient d'excellents résultats avec deux capteurs et que, dans la plupart des cas, l'utilisation de plus de deux capteurs peut paraître superflue. Néanmoins, pour des raisons de sécurité, on peut recourir à plus de deux capteurs de façon que l'ensemble fonctionne même si l'un des capteurs devenait défaillant.

A la figure 3 est représenté schématiquement un circuit de traitement des signaux des figures 2 émis par les dispositifs conformes à l'invention tels ceux de la figure 1.

Aux sorties du dispositif de cette figure 1, on recueille sur deux d'entre elles les signaux S_1 et S_2 correspondant respectivement aux interrupteurs 5 et 6 (voir figures 2). Deux détecteurs DD et DM détectent respectivement les fronts de descente et les fronts de montée de l'un des signaux (dans le présent exemple S_2) pour les comparer avec l'état logique de l'autre (ici S_1). Ces détecteurs peuvent être constitués par des bascules dont l'une des entrées reçoit le signal considéré et l'une des sorties passe alternativement de l'état 0 à l'état 1 ou réciproquement à chaque front détecté. Ladite sortie de chaque détecteur est connectée respectivement à une première entrée d'une porte ET dont la seconde est connectée à la sortie d'une porte NON-ET recevant sur ses deux entrées le signal S_1. A la sortie des deux portes ET, on recueille

des impulsions SD et SI significatives du sens direct SD ou inverse SI de rotation (voir figure 4). Ces impulsions sont envoyées au compteur K dont les sorties S sont connectées à tout dispositif d'affichage et/ou d'asservissement. Le compteur est remis à zéro en RAZ ce qui permet de compter le nombre d'impulsions reçues (et donc de tours total ou par unité de temps si l'on remet à zéro à l'aide d'une horloge) et de donner le signe correspondant au sens direct ou inverse.

Aux figures 4a et b, on illustre par des chronogrammes ce qui vient d'être dit. En sens de rotation direct (figure 4a), le détecteur DD reçoit S_2 sur l'entrée B et émet en $\bar{Q}$ le signal 1 à partir d'un front descendant si le niveau S_1 est 0, la sortie de la porte NON-ET transmet un signal 1 à la porte ET1 qui reçoit sur son autre entrée le signal 1 du détecteur DD d'où le signal SD égal à 1; dès que S1 change pour passer de 0 à 1 (front montant de S1), la porte NON-ET émet le signal 0 et la porte ET1 recevant d'une part le signal 1 de DD et 0 de NON-ET arrête l'impulsion SD et ramène le chronogramme SD à 0. La largeur Φ de l'impulsion SD correspond au décalage entre les interrupteurs 5 et 6.

De son côté, le détecteur DM, en sens de rotation direct émet un signal 0 en $\bar{Q}$ quand il détecte un front montant de S_2; quelle que soit la valeur de S_1 et dont celle de la sortie de NON-ET, la porte ET2 laisse le chronogramme SI à 0 (figure 4a).

De même lorsque l'on est en sens de rotation inverse (figure 4b), c'est le détecteur DM qui émet en $\bar{Q}$ un signal 1, S_2 étant reçu sur l'entrée A. S_1 est à 0, la porte NON-ET émet un signal 1, la porte ET2 recevant ainsi deux signaux 1, ce qui donne l'impulsion SI égale à 1. Cette impulsion de largeur Φ revient à 0 dès que S_1 passe à 1 et donc que ET2 reçoit de NON-ET un signal 0.

A l'inverse de ce qui se passe en sens de rotation direct (figure 4a), en sens de rotation inverse (figure 4b), les impulsions de largeur Φ apparaissent en SI et le chronogramme SD reste à 0; DD émettant 0 en $\bar{Q}$ lors d'un front montant de S_2, ET1 émet un SD égal à 0 quelle que soit la valeur de S_1.

REVENDICATIONS

1.- Détecteur de vitesse et de sens de rotation pour machine tournante comprenant aimant tournant avec l'arbre de la machine, et interrupteur commandé magnétiquement, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une pièce magnétique 3 et au moins deux interrupteurs (5, 6) à commande magnétique.

2.- Détecteur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque pièce magnétique 3 sensiblement torique est montée coaxialement sur l'arbre 1.

3.- Détecteur selon la revendication 2, caractérisé par le fait que chaque pièce magnétique 3 est montée sur l'arbre 1 par l'intermédiaire d'un anneau ou disque 2 amagnétique maintenant la pièce aimantée 3 écartée de l'axe.

4.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que chaque pièce magnétique 3 entrainée en rotation ou par l'arbre 1 est montée de façon à laisser un jeu réduit avec les interrupteurs 5, 6 fixes.

5.- Détecteur selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que la pièce magnétique 3 est unique et sensiblement semi-torique couvrant sensiblement 180° autour de l'axe de l'arbre 1.

6.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les interrupteurs 5, 6, à commande magnétique sont à lame souple.

7.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que deux interrupteurs 5, 6, sont montés sensiblement dans un plan orthogonal à l'axe de l'arbre 1.

8.- Détecteur selon la revendication 7, caractérisé par le fait que deux interrupteurs 5, 6 sont montés sensiblement radialement par rapport à l'axe de l'arbre 1, l'angle entre eux étant différent de 180°.

9.- Détecteur selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'angle entre deux interrupteurs 5, 6 est sensiblement de 90°.

10.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que les interrupteurs 5, 6 sont noyés dans une pièce amagnétique 4 fixe laissant un jeu entre elle et l'arbre 1 et entre elle et chaque pièce magnétique 3.

11.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que la pièce amagnétique 4 contient les connexions des interrupteurs 5, 6 et présente des bornes 7, 8, 9 de raccordement à l'électronique de traitement des impulsions.

12.- Détecteur selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé par le fait que les lignes de flux magnétique sont sensiblement parallèles à l'axe de l'arbre 1.

13.- Détecteur selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait que les fronts montants et les fronts descendants de l'un des signaux (S_2) sont détectés respectivement par deux détecteurs (DD, DM) dont une sortie est reliée à l'une des entrées d'une porte (ET1, ET2) en série avec chaque détecteur (DD, DM), où les signaux résultant de la détection des fronts sont comparés avec le niveau des signaux (S_1) émis par un autre interrupteur, les signaux résultants (SD, SI) étant comptés dans un compteur (K) pouvant être remis à zéro (RAZ) pour comptage total ou sur commande d'une horloge comptage par unité de temps.

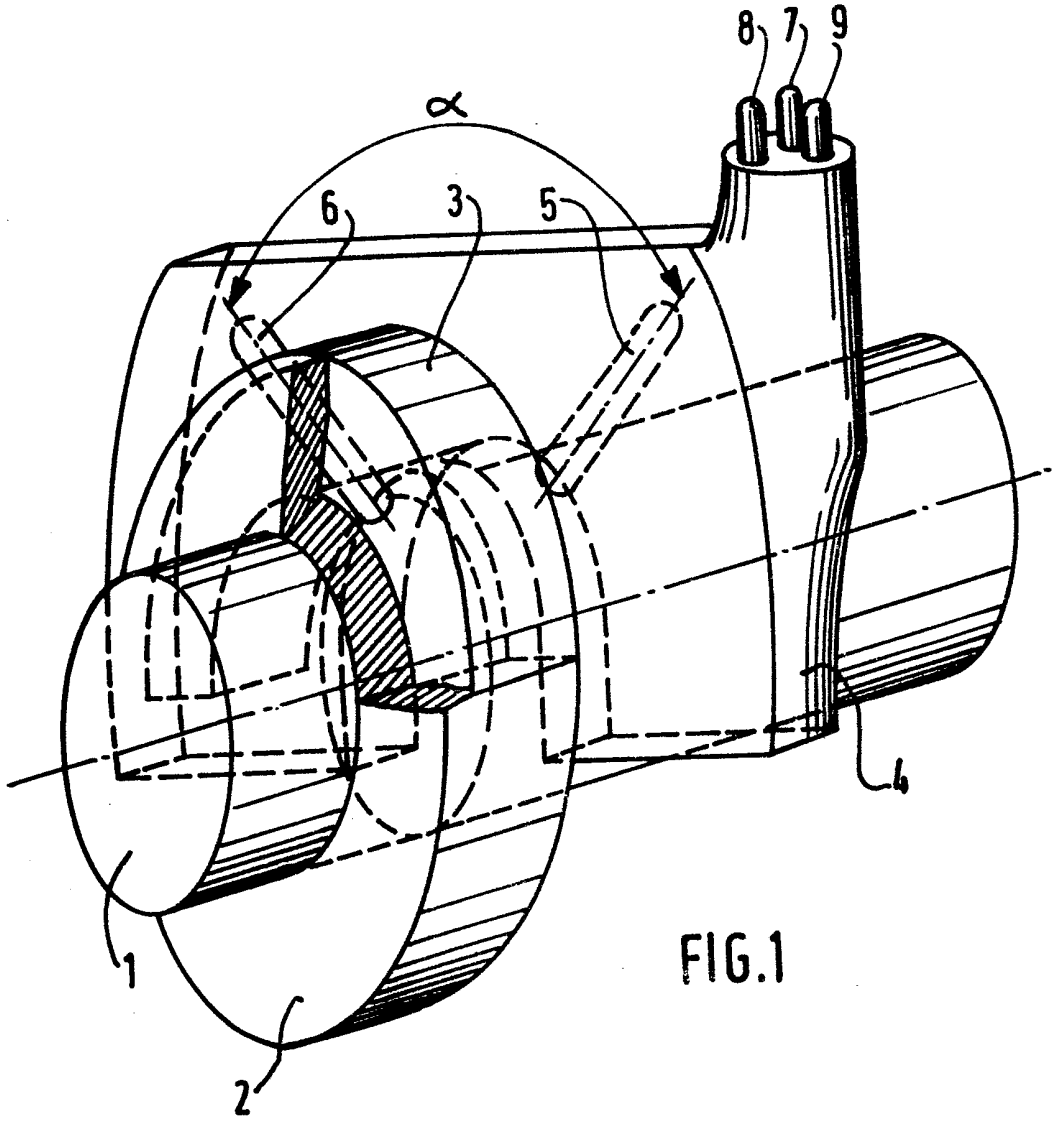


FIG.1

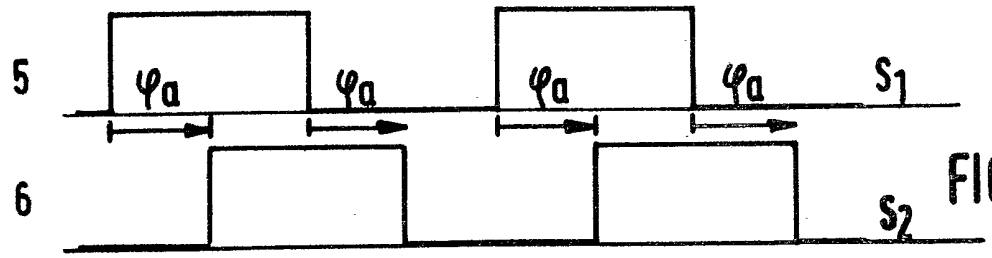


FIG.2a

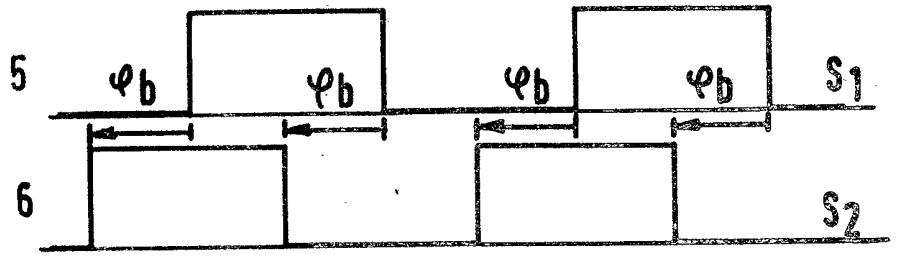


FIG.2b

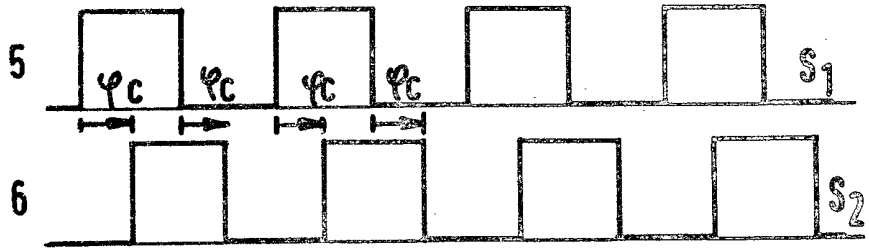


FIG.2c

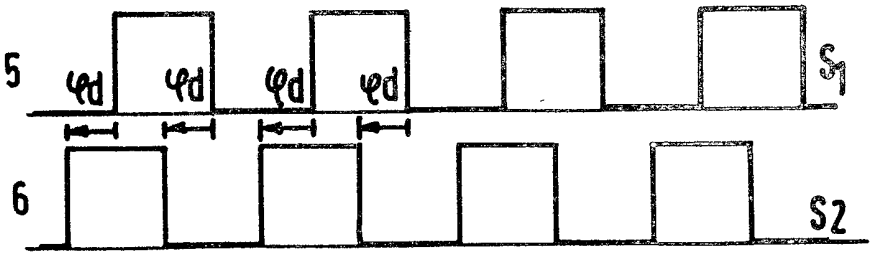


FIG.2d

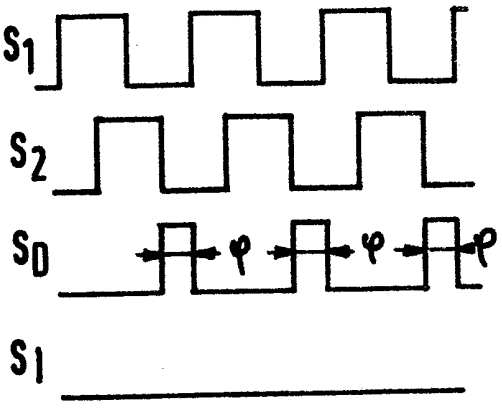


FIG.4a

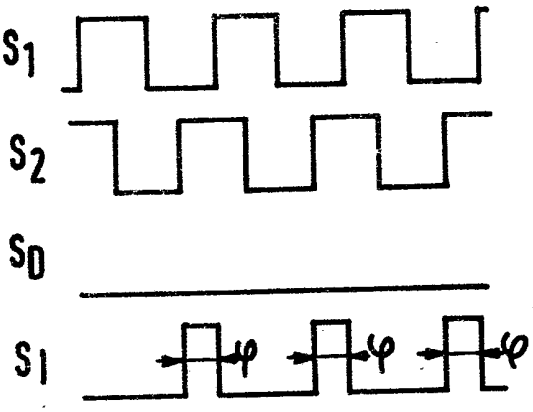


FIG.4a

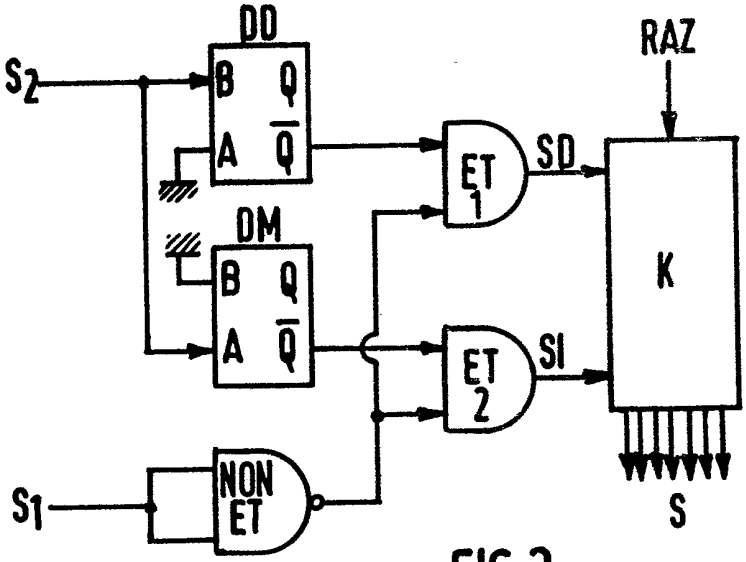


FIG.3