

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.09.01.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.03.03 Bulletin 03/11.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : SIEMENS AUTOMOTIVE SA Société
anonyme — FR.

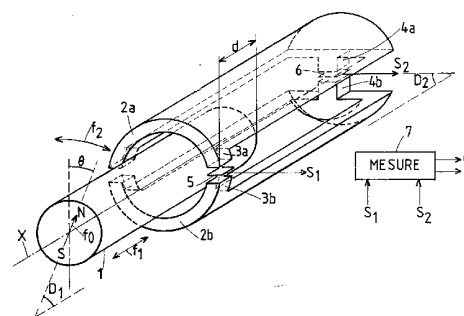
72 Inventeur(s) : GENOT BERNARD et MORISSET
PHILIPPE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

54 CAPTEUR DE LA POSITION D'UN OBJET MOBILE, SUR UNE TRAJECTOIRE RECTILIGNE.

57 Il comprend un aimant cylindrique (1) aimanté transversalement à son axe (X) et engagé dans une carcasse cylindrique coaxiale (2a, 2b) en matériau ferromagnétique, ledit aimant (1) et ladite carcasse (2a, 2b) étant mobiles relativement l'un à l'autre, l'un d'entre eux étant solidaire de l'objet mobile et l'autre fixe. Suivant l'invention la carcasse (2a, 2b) définit au moins des premier et deuxième sous-circuits magnétiques passant chacun par un entrefer (3a, 3b; 4a, 4b) garni d'un capteur (5, 6) sensible au flux d'induction magnétique traversant ledit entrefer, lesdits sous-circuits étant agencés de manière que lesdits capteurs (5, 6) délivrent des signaux porteurs d'informations de positions axiale et angulaire relatives de la carcasse (2a, 2b) et de l'aimant (1), au long et autour de l'axe (X) respectivement.



La présente invention est relative à un capteur de la position d'un objet mobile sur une trajectoire rectiligne.

On connaît, notamment du document DE-A-29 23 644 un tel capteur comprenant un aimant permanent engagé, sans contact, dans une carcasse coaxiale en matériau ferromagnétique, ledit aimant et ladite carcasse étant mobiles relativement l'un à l'autre. L'un d'entre eux est solidaire d'un objet mobile sur une trajectoire rectiligne et l'autre fixe.

L'aimant induit dans la carcasse un flux magnétique qui traverse au moins un entrefer garni d'un capteur, à effet Hall par exemple, sensible à ce flux. Le signal délivré par le capteur permet de mesurer la position relative, axiale ou angulaire de l'aimant et de la carcasse, et donc celle de l'objet mobile.

Les capteurs décrits dans le document précité permettent de repérer soit la position axiale, soit la position angulaire, relative de l'aimant et de la carcasse, mais pas les deux positions à la fois.

On connaît aussi, notamment de EP-A-800 055, un capteur de position susceptible de fournir ces deux informations. Le capteur décrit dans ce document comprend un aimant et une carcasse, tous deux de révolution, coaxiaux et mobiles l'un par rapport à l'autre en translation sur leur axe commun et autour de cet axe, le diamètre de l'aimant variant au long de son axe. Des sondes sensibles au flux magnétique délivrent des informations de position axiale et angulaire relatives de ces deux pièces. La position axiale est relevée grâce au diamètre variable de l'aimant. Ce diamètre variable complique cependant la fabrication de l'aimant aux dépens du coût de cette fabrication et accroît en outre l'encombrement du capteur. En outre, le positionnement des sondes n'est pas optimal car celles-ci ne "voient" qu'une petite partie du flux de l'aimant.

La présente invention a précisément pour but de fournir un capteur d'encombrement réduit et de coût de fabrication

contenu, néanmoins capable de délivrer à la fois des informations de position axiale et angulaire concernant un objet mobile pouvant se déplacer sur une trajectoire rectiligne et autour de l'axe de cette trajectoire.

5 On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un capteur de la position d'un objet mobile sur une trajectoire rectiligne, comprenant un aimant cylindrique aimanté transversalement à son axe et engagé dans une
10 carcasse cylindrique coaxiale en matériau ferromagnétique, ledit aimant et ladite carcasse étant mobiles relativement l'un à l'autre, l'un d'entre eux étant solidaire dudit objet mobile et l'autre fixe, ce capteur étant remarquable en ce que ladite carcasse définit au moins des premier et deuxième
15 sous-circuits magnétiques passant chacun par un entrefer garni d'un capteur sensible au flux d'induction magnétique traversant ledit entrefer, lesdits sous-circuits étant agencés de manière que lesdits capteurs délivrent des signaux porteurs d'informations de positions axiale et
20 angulaire relatives de ladite carcasse et dudit aimant, au long et autour dudit axe respectivement.

 Comme on le verra plus loin en détail ces caractéristiques permettent d'obtenir les deux informations de position recherchée à l'aide d'un capteur de faible
25 encombrement, comptant un petit nombre de pièces et donc de coût de fabrication peu élevé.

 Dans un premier mode de réalisation du capteur suivant l'invention, la carcasse est constituée de deux demi-carcasses complémentaires, sensiblement hémicylindriques,
30 ledit aimant étant engagé dans une première extrémité axiale de la carcasse alors qu'un entrefer du deuxième sous-circuit magnétique est défini dans la deuxième extrémité axiale de cette carcasse, entre deux excroissances radiales desdites demi-carcasses.

La première extrémité de la carcasse est conformée pour donner une forme annulaire audit premier sous-circuit magnétique. Les capteurs placés dans les premier et deuxième sous-circuits magnétiques délivrent des signaux S_1 et S_2 respectivement, liés par la relation $S_2 = a.S_1.d$ ou a est une constante et d la profondeur de pénétration dudit aimant dans ladite carcasse. Le signal S_1 délivré par le capteur du premier sous-circuit magnétique est fonction de l'angle de rotation de l'aimant dans la carcasse.

10 Dans un deuxième mode de réalisation du capteur suivant l'invention, la carcasse comprend une pluralité de sous-circuits magnétiques à parties annulaires espacées axialement et définissant autant d'entrefers garnis chacun d'un capteur sensible au flux d'induction magnétique
15 traversant ledit entrefer, les signaux délivrés par ces capteurs étant porteurs des informations de positions axiale et angulaire recherchées. L'information de position axiale délivrée est discrète.

D'autres caractéristiques et avantages du capteur
20 suivant la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue perspective schématique d'un premier mode de réalisation d'un capteur
25 suivant l'invention,
- la figure 2 est une vue perspective schématique d'une partie d'une variante du capteur de la figure 1, et
- la figure 3 est une vue perspective schématique
30 d'un deuxième mode de réalisation du capteur suivant l'invention.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le capteur représenté comprend un aimant 1 en forme de barreau cylindrique de révolution et une carcasse
35 (2a, 2b) également sensiblement cylindrique de révolution.

L'aimant est aimanté transversalement tout au long de son axe X, comme représenté par la flèche f_0 diamétrale, orientée du pôle sud S au pôle nord N du barreau.

En variante l'aimant peut être divisé en deux régions
5 héli-cylindriques complémentaires par un plan perpendiculaire au plan diamétral D_1 , ces deux régions étant d'aimantation radiale de polarités opposées.

La carcasse (2a, 2b) est réalisée en un matériau ferromagnétique, par exemple en fer doux. Elle est
10 constituée avantageusement de deux demi-carcasses sensiblement héli-cylindriques complémentaires 2a, 2b, accolées dans un plan diamétral D_2 .

Les diamètres de l'aimant 1 et de la carcasse 2a, 2b sont tels que l'aimant peut, sans contact, coulisser
15 coaxialement dans la carcasse parallèlement à la double flèche f_1 , et tourner autour de l'axe X, selon la double flèche f_2 .

Suivant la présente invention, les demi-carcasses 2a, 2b sont conformées de manière à présenter une paire
20 d'excroissances circulaires périphériques 3a, 3b et une paire d'excroissances radiales 4a, 4b, disposées à des première et deuxième extrémités axiales de la carcasse, pour y définir des parties de premier et deuxième sous-circuits magnétiques, respectivement. Ces deux paires d'excroissances
25 (3a, 3b) et (4a, 4b) délimitent chacune un entrefer garni d'un capteur 5, 6 respectivement, sensible au flux d'induction magnétique traversant l'entrefer.

Un tel capteur peut être constitué par exemple, par un détecteur à effet Hall ou par une résistance électrique
30 sensible à un flux magnétique.

Le champ magnétique développé par l'aimant 1 est symétrique par rapport au plan diamétral D_1 passant par la flèche f_0 . Ce champ établit dans la carcasse une induction magnétique dont les lignes de force traversent notamment les
35 entrefers (3a, 3b) et (4a, 4b).

Dans un plan perpendiculaire à l'axe X de l'aimant 1, les lignes de force du champ établi par cet aimant sont sensiblement identiques, d'une extrémité axiale de l'aimant à l'autre. Le flux magnétique qui traverse l'entrefer 3a, 3b est donc sensiblement constant quand l'aimant 1 se déplace en translation sur l'axe X, sans tourner autour de celui-ci. Le signal S_1 représentatif de ce flux, émis par le capteur 5 est donc sensiblement constant quand l'aimant 1 se déplace ainsi sur l'axe X.

Le signal S_1 n'est fonction que de l'angle de rotation θ de l'aimant. Plus précisément le signal S_1 est une fonction linéaire de $\sin \theta$ si l'aimant est polarisé diamétralement, comme représenté. Le signal S_1 est une fonction linéaire de θ si l'aimant est polarisé radialement dans deux régions hémi-cylindriques de polarités opposées, comme décrit ci-dessus.

Le signal S_2 délivré par le capteur 6 placé dans l'entrefer (4a, 4b) dépend à la fois de l'angle θ et de l'enfoncement $\underline{d}$ de l'aimant 1 dans la carcasse (2a, 2b).

C'est ainsi qu'on démontre que les signaux S_1 et S_2 sont liés par la relation :

$$S_2 = a.S_1.d \quad (1)$$

relation qui permet de mesurer $\underline{d}$, connaissant S_1 et S_2 , et une constante $\underline{a}$.

Un circuit électronique de mesure 7, associé ou incorporé au capteur suivant l'invention, est conçu pour calculer $\underline{d}$ à partir de cette relation et pour tirer l'angle de rotation θ du signal S_1 . La valeur calculée de $\underline{d}$ constitue une mesure de la position axiale de l'aimant relativement à celle de la carcasse.

C'est ainsi que le capteur suivant l'invention permet de mesurer les positions axiale et angulaire d'un objet mobile en translation sur une trajectoire d'axe rectiligne, et en rotation autour de cet axe. Il suffit pour cela

d'aligner l'axe de déplacement de l'objet avec celui du capteur et de solidariser l'aimant ou la carcasse de ce dernier avec l'objet, l'autre pièce du capteur restant fixe.

A titre d'exemple illustratif et non limitatif d'objet
5 dont les mouvements sont susceptibles d'être détectés par le capteur suivant l'invention, on peut citer un levier de commande mobile suivant un axe et autour de cet axe, pour afficher deux informations différentes propres à commander le fonctionnement d'un appareil embarqué dans un véhicule
10 automobile (levier de commande de boîte de vitesses, de l'allumage des phares, etc...).

Il apparaît maintenant que le capteur suivant l'invention présente bien les caractéristiques recherchées, à savoir être sensible à la fois aux positions axiale et
15 angulaire d'un objet mobile, tout en présentant un encombrement faible et régulier, grâce au diamètre constant de son aimant et de sa carcasse, et un coût de fabrication réduit, du au petit nombre de pièces le constituant et aux formes simples de ces pièces, en particulier celles de
20 l'aimant.

On remarquera en outre que la relation (1) ci-dessus, établie entre les signaux S_1 et S_2 , permet de surveiller le bon fonctionnement du capteur qui les délivre.

Du fait de la symétrie par rapport au plan diamétral D_1
25 du champ de force développé par l'aimant 1, le domaine de mesure angulaire accessible à l'aide du seul signal S_1 délivré par le capteur 5, est limité à 180° , en fait à 160° environ seulement. C'est pourquoi on a représenté à la figure 2 une partie d'une variante du capteur de la figure
30 1, modifié de manière à accroître l'étendue de ce domaine de mesure, cette variante étant par ailleurs identique au capteur de la figure 1.

Comme représenté sur la figure 2, le capteur de la figure 2 comprend, au niveau de sa première extrémité axiale
35 équipée de l'entrefer (3a, 3b) et du capteur 5, un troisième

entrefer délimité par deux excroissances circulaires 8a, 8b analogues aux excroissances 3a, 3b, ce troisième entrefer étant équipé d'un capteur 9 du même type que les capteurs 5 et 6. L'entrefer (8a, 8b) est écarté angulairement de l'entrefer (3a, 3b) d'un angle substantiel, avantageusement de l'ordre de 90° .

On comprend que le signal S_3 délivré par le capteur 9 peut être exploité par le circuit de mesure 7 pour prendre le relai du signal S_1 quand l'angle θ atteint la limite du domaine de mesure accessible par le signal S_1 . L'amplitude du domaine de mesure global ainsi obtenu peut atteindre une valeur proche de 360° .

On a représenté à la figure 3 du dessin annexé un autre mode de réalisation du capteur suivant la présente invention. Celui-ci se distingue essentiellement de celui de la figure 1 par la suppression de l'entrefer (4a, 4b), remplacé par une pluralité d'entrefers semblables à l'entrefer (3a, 3b), répartis dans autant de sous-circuits magnétiques au long de l'axe de la carcasse (2'a, 2'b), par ailleurs sensiblement cylindrique de révolution comme la carcasse (2a, 2b) du capteur de la figure 1. L'aimant 1 engagé dans cette carcasse (2'a, 2'b) est semblable à celui représenté sur la figure 1 et est mobile, comme lui, axialement et angulairement autour de l'axe X du capteur. La carcasse (2'a, 2'b) est formée de deux demi-carcasses 2'a et 2'b complémentaires et agencées comme les demi-carcasses du capteur de la figure 1.

Les entrefers répartis, avantageusement régulièrement, au long de l'axe X du capteur sont délimités par des paires d'excroissance périphériques 3ai, 3bi (i de 1 à 4 dans le capteur représenté) débordant respectivement des demi-carcasses 2'a et 2'b, tous ces entrefers étant alignés sur une même génératrice de la carcasse (2'a, 2'b). Chaque entrefer est muni d'un capteur à effet Hall 5_i délivrant un signal S_{1i} à un circuit de mesure (non représenté) conçu pour

en tirer des valeurs de l'angle θ et de l'enfoncement d , qui mesurent les positions angulaire et axiale relatives de l'aimant et de la carcasse.

5 Ce circuit de mesure fonctionne sur les principes suivants. Tout comme avec le circuit 7 du capteur de la figure 1, l'angle θ est tiré des variations du signal délivré par le capteur S_1 , par exemple, équivalent au capteur 5 de la figure 1.

10 On comprend par ailleurs que les lignes de force du champ induit par l'aimant 1 dans la carcasse 2'a, 2'b s'écoulent par un ou plusieurs des sous-circuits magnétiques à parties annulaires constituées par les excroissances $3a_i$, $3b_i$, qui passent par les entrefers délimités par ces excroissances. En fonction de l'enfoncement d de l'aimant 1
15 dans la carcasse (2'a, 2'b), il est clair que ces lignes de force passeront par 1, 2, 3 ou 4 de ces entrefers, le passage de ces lignes de force étant signalé éventuellement par 1, 2, 3 ou 4 des capteurs 5_i installés dans ces entrefers. Le circuit de mesure peut en déduire une mesure
20 discrète de la position axiale de l'aimant, la précision de cette mesure étant fonction du pas suivant lequel les entrefers sont distribués axialement au long de la carcasse.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à
25 titre d'exemple. C'est ainsi que le domaine de mesure angulaire du capteur de la figure 3 pourrait être accru en appliquant à ce capteur le principe décrit pour ce faire en liaison avec la figure 2.

REVENDEICATIONS

1. Capteur de la position d'un objet mobile sur une trajectoire rectiligne comprenant un aimant cylindrique (1) aimanté transversalement à son axe (X) et engagé dans une carcasse cylindrique coaxiale (2a, 2b; 2'a, 2'b) en matériau ferromagnétique, ledit aimant et ladite carcasse (2a, 2b; 2'a, 2'b) étant mobiles relativement l'un à l'autre, l'un d'entre eux étant solidaire dudit objet mobile et l'autre fixe, caractérisé en ce que ladite carcasse (2a, 2b; 2'a, 2'b) définit au moins des premier et deuxième sous-circuits magnétiques passant chacun par un entrefer (3a, 3b, 4a, 4b; 3a_i, 3b_i) garni d'un capteur (5, 6; 5_i) sensible au flux d'induction magnétique traversant ledit entrefer, lesdits sous-circuits étant agencés de manière que lesdits capteurs délivrent des signaux porteurs d'informations de positions axiale et angulaire relatives de ladite carcasse (2a, 2b; 2'a, 2'b) et dudit aimant (1), au long et autour dudit axe (X) respectivement.

2. Capteur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ladite carcasse (2a, 2b) est constituée de deux demi-carcasses sensiblement hémicylindriques, ledit aimant (1) étant engagé dans une première extrémité axiale de la carcasse (2a, 2b) alors qu'un entrefer du deuxième sous-circuit magnétique est défini à la deuxième extrémité axiale de cette carcasse (2a, 2b), entre deux excroissances radiales (4a, 4b) desdites demi-carcasses.

3. Capteur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que ladite première extrémité de ladite carcasse (2a, 2b) est conformée pour donner une forme annulaire audit premier sous-circuit magnétique.

4. Capteur conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits capteurs (5, 6) placés dans lesdits premier et deuxième sous-circuits magnétiques

délivrent des signaux (S_1) et (S_2) respectivement, liés par la relation $S_2 = a.S_1.d$ ou a est une constante et d la profondeur de pénétration dudit aimant (1) dans ladite carcasse (2a, 2b).

5 5. Capteur conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que le signal (S_1) délivré par le capteur (5) dudit premier sous-circuit magnétique est fonction de l'angle (θ) de rotation dudit aimant (1) dans ladite carcasse (2a, 2b).

10 6. Capteur conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que l'aimant (1) est polarisé diamétralement et en ce que ledit signal (S_1) est fonction de $\sin \theta$.

15 7. Capteur conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que l'aimant (1) est polarisé radialement, dans chacune de deux moitiés héli-cylindriques complémentaires de polarités opposées, et en ce que ledit signal (S_1) est fonction linéaire dudit angle (θ).

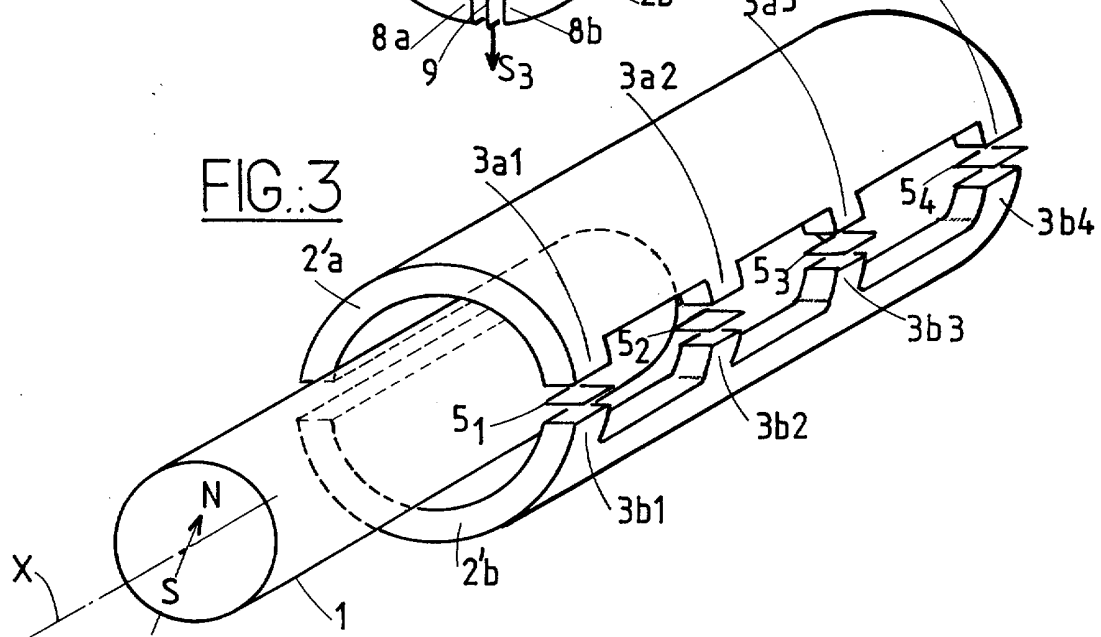
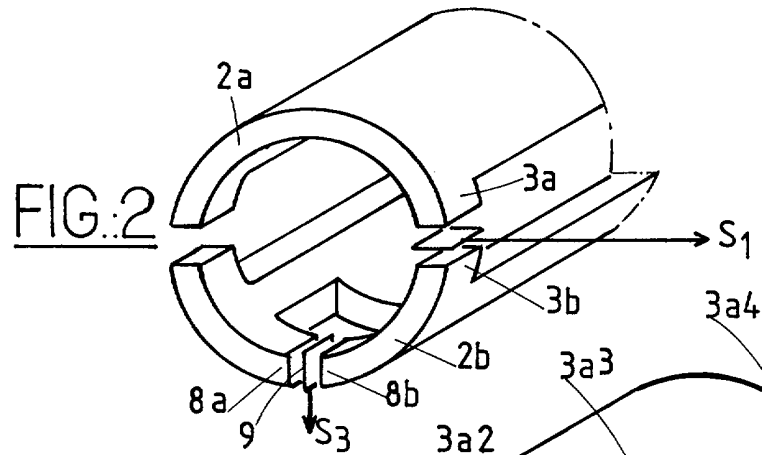
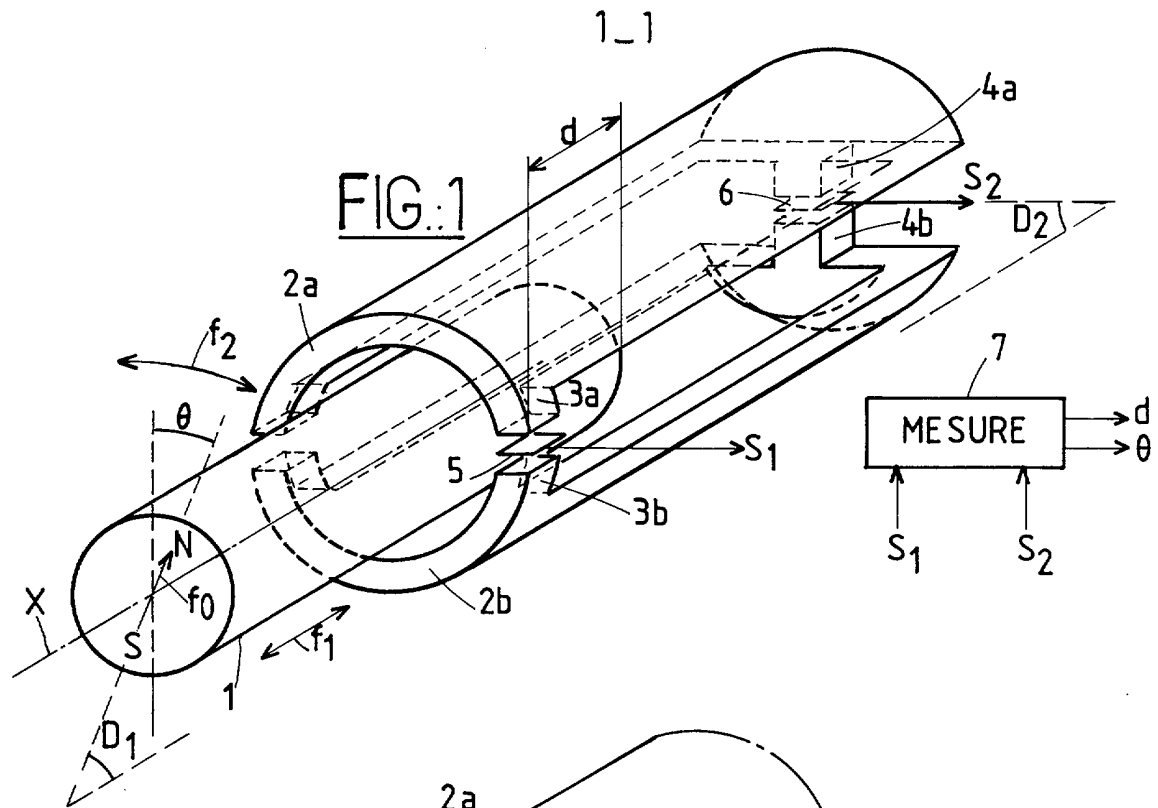
20 8. Capteur conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que ledit premier sous-circuit magnétique annulaire comprend un troisième entrefer (8a, 8b) garni d'un troisième capteur (9) sensible au flux d'induction magnétique traversant ledit troisième entrefer, ledit troisième entrefer (8a, 8b) délivrant un
25 signal (S_3) fonction de l'angle de rotation (θ) dudit aimant (1) dans ladite carcasse (2a, 2b), ledit signal (S_3) servant à accroître le domaine de mesure dudit angle (θ).

30 9. Capteur conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits premier (5) et troisième (9) capteurs sont écartés angulairement de 90° environ.

10. Capteur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ladite carcasse (2'a, 2'b) comprend une pluralité de sous-circuits magnétiques à parties annulaires espacées axialement et définissant autant

d'entrefer garnis chacun d'un capteur (5_i) sensible au flux d'induction magnétique traversant l'entrefer, les signaux délivrés par lesdits capteurs (5_i) étant porteurs desdites informations de positions axiale et angulaire.

- 5 11. Capteur conforme à la revendication 10, caractérisé en ce que ladite information de position axiale est discrète.



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 607442
FR 0111863

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 786 266 A (MOVING MAGNET TECHNOLOGIES) 26 mai 2000 (2000-05-26) * page 7, ligne 8 - page 8, ligne 6; figure 5 *	1-11	G01D5/14 G01D5/20 G01B7/14
A	EP 0 859 213 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 19 août 1998 (1998-08-19) * abrégé *	1	
D,A	EP 0 800 055 A (SAGEM) 8 octobre 1997 (1997-10-08) * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 mai 2002		Lloyd, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0111863 FA 607442**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 22-05-2002

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2786266	A	26-05-2000	FR	2786266 A1	26-05-2000
			EP	1141661 A1	10-10-2001
			WO	0031505 A1	02-06-2000
EP 0859213	A	19-08-1998	DE	19705835 A1	20-08-1998
			EP	0859213 A1	19-08-1998
EP 0800055	A	08-10-1997	FR	2747187 A1	10-10-1997
			DE	69703175 D1	02-11-2000
			EP	0800055 A1	08-10-1997