

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 avril 2010 (01.04.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/034896 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G01D 5/14 (2006.01) **G01B 5/12** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/001078

(22) Date de dépôt international :
9 septembre 2009 (09.09.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
08/05261 24 septembre 2008 (24.09.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
MOVING MAGNET TECHNOLOGIES (MMT) [FR/
FR]; Zac La Fayette, 1, rue Christiaan Huygens, F-25000
Besançon (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **FRACHON,
Didier** [FR/FR]; 4, rue Lucien Febvre, F-25000 Besançon
(FR).

(74) Mandataire : **NOVAGRAAF IP**; 122, rue Edouard
Vaillant, F-92593 Levallois-Perret (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : LINEAR OR ROTARY POSITION SENSOR WITH A PERMANENT MAGNET FOR DETECTING A FERROMAGNETIC TARGET

(54) Titre : CAPTEUR DE POSITION LINEAIRE OU ROTATIF A AIMANT PERMANENT POUR LA DETECTION D'UNE CIBLE FERROMAGNETIQUE

(57) Abstract : The invention relates to a contactless magnetic sensor for measuring the angular or linear movement of a ferromagnetic target. The purpose of the invention is to make a position sensor having reduced dimensions and capable of detecting a piece of position information as soon as the sensor is powered without degrading the performance thereof. To this end, the invention relates to a mobile sensor (4) that comprises at least one permanent magnet (1), at least one ferromagnetic member (2) at least one magnetically sensitive member (3), the permanent magnet having an upper surface opposite the ferromagnetic target (4), wherein the permanent magnet has a substantially cylindrical or parallelepiped shape and comprises a cavity (5), the ferromagnetic member (2) being arranged inside the cavity (5) and the magnetically sensitive member being arranged inside the cavity (5) above the ferromagnetic member (2) and below the upper surface of the magnet (1).

(57) Abrégé : L'invention concerne un capteur magnétique sans contact pour la mesure du déplacement angulaire ou linéaire d'une cible ferromagnétique. L'invention vise à réaliser un capteur de position de dimensions réduites permettant de détecter une information de position dès que le capteur est alimenté, sans altérer ses performances. À ce titre, l'invention se rapporte à un capteur mobile (4), comportant au moins un aimant permanent (1), au moins un élément ferromagnétique (2) et au moins un élément magnéto-sensible (3), l'aimant permanent présentant une surface supérieure en regard de la cible ferromagnétique (4) dans lequel l'aimant permanent (1) a une forme sensiblement cylindrique ou parallélépipédique et présente une cavité (5), l'élément ferromagnétique (2) étant placé à l'intérieur de la cavité (5) et l'élément magnéto-sensible étant placé dans la cavité (5) au-dessus de l'élément ferromagnétique (2) et en dessous de la surface supérieure de l'aimant (1).

WO 2010/034896 A2

CAPTEUR DE POSITION LINEAIRE OU ROTATIF A AIMANT PERMANENT POUR LA DETECTION D'UNE CIBLE FERROMAGNETIQUE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- 5 [0001] La présente invention concerne le domaine des capteurs magnétiques de position sans contact (linéaire ou rotatif) comportant au moins un aimant permanent et au moins un élément de mesure du champ magnétique sensible à l'amplitude et/ou à la direction du champ magnétique. L'invention concerne plus particulièrement des capteurs utilisés pour déterminer la présence d'une pièce
- 10 ferromagnétique en mouvement (capteur digital) ou sa position linéaire ou angulaire (capteur analogique).

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0002] Les capteurs magnétiques (digitaux et analogiques) de position linéaire ou angulaire ont de nombreux avantages :

- 15
- pas de contact mécanique avec la partie mobile, et donc pas d'usure,
 - insensibilité à la saleté,
 - coût de production réduit,
 - longue durée de vie.

- 20 [0003] Les capteurs magnétiques utilisés pour déterminer la position et/ou la vitesse d'une pièce ferromagnétique (pièce présentant des dents sur sa périphérie) sont typiquement utilisés dans l'industrie automobile pour connaître la position/vitesse de l'arbre à came dans le but de commander l'allumage électronique du moteur.

- 25 [0004] La plupart des capteurs digitaux magnétiques de position sans contact utilisent des aimants permanents de forme cylindrique aimantés axialement associés à plusieurs éléments magnéto-sensible (sonde différentielle) ceci dans le

but d'éliminer l'induction moyenne vue par les sondes. En effet, de par la forme de l'aimant, l'induction vue par une sonde est très élevée et donc très sensible aux variations des propriétés magnétiques de l'aimant avec les variations de température. Le calcul de la différence d'induction entre les deux éléments magnéto-sensibles permet d'annuler l'induction moyenne mais en revanche il devient alors difficile de connaître la position de l'élément à détecter au démarrage du système. L'utilisation de plusieurs éléments magnéto-sensibles induit également un coût plus important et un volume global du capteur plus élevé.

[0005] Il existe également des systèmes utilisant un aimant permanent, sensiblement cylindrique présentant une cavité, associé à un seul élément magnéto-sensible. L'aimant présentant une cavité permet de diminuer l'induction moyenne au niveau de l'élément magnéto-sensible et donc l'utilisation d'un seul élément magnéto-sensible. Ces systèmes permettent également de connaître la position de l'élément à détecter dès la mise en route du capteur.

[0006] La tendance actuelle pour ce type de capteur est d'avoir des capteurs de plus en plus petits sans pour autant perdre au niveau des performances. Les deux types de systèmes décrits ci-dessus ne permettent pas une diminution sensible de l'encombrement sans sacrifier les performances. De plus, la distance entre l'élément à détecter (cible) et le capteur est également de plus en plus importante et il est nécessaire de garantir les performances et cela ne peut être fait que par une augmentation de la variation de l'induction magnétique au niveau de l'élément magnéto-sensible en fonction de la position de la cible.

[0007] On connaît, dans l'état de la technique, le brevet FR2724722 de la demanderesse et le brevet US6043646 qui décrivent un capteur de position/vitesse digital avec un aimant permanent sensiblement cylindrique utilisant un seul élément magnéto-sensible. Les systèmes décrits permettent d'obtenir au niveau de l'élément magnéto-sensible une induction moyenne très proche de 0 G mais toute diminution de la taille de l'aimant entraîne une diminution de la sensibilité du capteur et donc une diminution des performances.

[0008] On connaît également le brevet US5781005 décrivant un capteur digital de position utilisé pour la détection d'une pièce ferromagnétique présentant une pluralité de dents. Ce capteur utilise deux aimants permanents aimantés dans une même direction et collés contre une plaque ferromagnétique. Une sonde à effet

5 Hall placée au dessus de cet assemblage, entre la cible et l'aimant, mesure la variation de l'induction magnétique dans une direction parallèle à l'aimantation. L'élément magnéto-sensible de la sonde étant placé au proche de la cible. Avec un tel système, il est difficile d'avoir une induction moyenne proche de 0 G et une diminution du diamètre extérieur conduit à une diminution des performances.

10 [0009] On connaît également dans l'état de la technique le brevet de FR2845469 de la demanderesse, qui décrit un capteur analogique de position linéaire ou rotatif. Ce capteur analogique mesure la position d'une pièce ferromagnétique en mouvement (linéaire ou rotatif) par l'intermédiaire de la variation d'induction générée par la variation de réluctance entre une pièce ferromagnétique et un

15 aimant permanent, la variation d'induction étant mesurée par une sonde à effet Hall. Le problème de ce système est que la réduction de taille du capteur comprenant l'aimant et la sonde entraîne une diminution des performances et une difficulté à travailler avec une induction moyenne au niveau de la sonde à effet Hall proche de 0 Gauss.

20 EXPOSE DE L'INVENTION

[0010] La présente invention se propose de remédier aux inconvénients de l'état de la technique en réalisant un capteur de position de dimensions réduites permettant de détecter une information de position dès que le capteur est alimenté, sans altérer ses performances.

25 [0011] Pour ce faire, l'invention se propose d'utiliser un aimant permanent sensiblement en forme de parallélépipède ou de cylindre présentant une cavité, dans laquelle est insérée au moins élément magnéto-sensible et une pièce ferromagnétique sensiblement en forme de cône.

[0012] À ce titre, l'invention concerne un capteur magnétique sans contact apte à mesurer le déplacement angulaire ou linéaire d'au moins une cible ferromagnétique mobile (4), comportant au moins un aimant permanent (1), au moins un élément ferromagnétique (2) et au moins un élément magnéto-sensible (3), l'aimant permanent présentant une surface supérieure en regard de la cible ferromagnétique (4) dans lequel l'aimant permanent (1) a une forme sensiblement cylindrique ou parallélépipédique et présente une cavité (5), l'élément ferromagnétique (2) étant placé à l'intérieur de la cavité (5) et l'élément magnéto-sensible étant placé dans la cavité (5) au-dessus de l'élément ferromagnétique (2) et en dessous de la surface supérieure de l'aimant (1).

[0013] Ce capteur est capable dans un volume réduit d'apporter des performances égales voire supérieures aux capteurs actuels.

[0014] Selon une variante non limitative, l'aimant permanent sera cylindrique en forme de U aimanté sensiblement axialement.

[0015] De préférence, une pièce ferromagnétique conique tronquée sera placée à l'intérieur de la cavité de l'aimant permanent. Cette pièce conique aura sa base fixée sur la partie horizontale du U de l'aimant permanent. Cette pièce ferromagnétique a pour but de canaliser les lignes de champ générées par l'aimant vers le ou les éléments magnéto-sensibles et de créer une zone de faible induction quand le capteur n'est pas en présence de la cible à détecter. La forme de cône tronqué de la pièce ferromagnétique n'est pas limitative, par exemple une pyramide tronquée à base rectangulaire peut également être envisagée.

[0016] De préférence, l'élément magnéto-sensible sera placé au dessus de la partie tronquée du cône ferromagnétique dans une zone d'induction moyenne proche de 0 G et mesurera la composante axiale du champ magnétique au plus près de la partie la plus étroite du cône ferromagnétique tronqué. De façon pratique, les éléments magnéto-sensibles (sonde à effet Hall, AMR, GMR ...) sont généralement disponibles encapsulés dans un boîtier plastique. Il est alors impossible de mettre l'élément magnéto-sensible en contact avec l'élément

ferromagnétique mais le boîtier contenant l'élément magnéto-sensible sera positionné de manière à minimiser la distance entre la pièce ferromagnétique et l'élément magnéto-sensible.

5 [0017] De préférence, les parties verticales du U de l'aimant permanent remontent des deux côtés de l'élément magnéto-sensible et au plus proche de la cible à détecter.

10 [0018] De préférence, l'élément magnéto-sensible sera une simple sonde à effet Hall de type switch à seuil de commutation fixe proche de 0 G. Dans une variante, l'élément magnéto-sensible sera une sonde à effet Hall de type switch à seuil programmable.

[0019] Dans une autre variante, l'élément magnéto-sensible est une sonde à effet Hall linéaire et programmable.

[0020] Dans une autre variante, l'élément magnéto-sensible placé dans la cavité sera sensible à la direction du champ magnétique.

15 [0021] L'invention présentée a plusieurs avantages par rapport aux solutions de l'art antérieur :

- à performance égale la possibilité de réduire la taille du capteur,
- volume d'aimant plus faible et donc un coût de fabrication moins élevé,
- performance accrue en terme d'entrefer de travail, possibilité de travailler
20 avec un entrefer cible-aimant plus important en conservant des performances élevées,
- utilisation de sonde à effet Hall simple et donc économique.

25 [0022] L'un des avantages de cette invention est tout d'abord que la réduction du volume permet de maintenir des performances élevées tout en amenant un avantage économique dû au fait que le volume d'aimant pour le fonctionnement du capteur est réduit.

[0023] Pour des raisons de fabrication la base de la pièce ferromagnétique peut être directement surmoulée dans l'aimant, cela permet de renforcer la tenue mécanique de l'assemblage.

5 **[0024]** La forme de l'aimant est simple et est compatible avec les procédés de réalisation utilisés pour la fabrication d'aimant permanent. Des aimants à base de ferrite, NbFeB ou SmCo par exemple peuvent être utilisés avec différentes méthodes de fabrication telle que l'injection, le pressage ou le frittage.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

10 **[0025]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description et des figures qui suivent :

- les figures 1a à 1d représentent plusieurs structures de l'art antérieur (dans l'ordre US5781005, FR2845469, FR2724722, US6043646), présentant une pièce ferromagnétique insérée entre deux aimants aimantés axialement et deux structures présentant un aimant avec une cavité.
- 15 - La figure 2 représente la configuration préférentielle de la présente invention.
- La figure 3 représente une configuration alternative de la présente invention.
- La figure 4 représente le capteur selon la présente invention associé à une cible rectangulaire ayant un mouvement de translation.
- La figure 5 représente une variante analogique du capteur selon la présente invention associé à une cible à profil variable ayant un mouvement de translation.
- 20 - La figure 6 représente les lignes de champ dans le système avec l'aimant seul.
- La figure 7 représente les lignes de champ dans le système avec l'aimant et la cible à détecter.
- 25

- La figure 8 représente la variation d'induction, au niveau de l'élément à effet Hall, mesurée par le capteur de la présente invention en fonction de la position longitudinale de la cible à détecter. Cette variation de signal est comparée à la variation d'induction dans le cas de la structure de l'art antérieur.

- La figure 9 représente la modulation d'induction en fonction de l'entrefer de mesure pour la structure de la présente invention et la structure de l'art antérieur.

- La figure 10 représente la modulation d'induction en fonction de l'entrefer de mesure pour différentes positions de l'élément à effet Hall.

- La figure 11 représente la modulation d'induction en fonction de la forme du cône pour différentes positions de l'élément à effet Hall.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0026] Les figures 1a à 1d représentent quatre structures de capteurs digitaux appartenant à l'art antérieur.

[0027] La figure 1a présente un sandwich de deux aimants permanents 1 et d'une pièce ferromagnétique 2 sous la forme d'une tôle. Au dessus de cet assemblage est placée une sonde à effet Hall 3 mesurant la variation d'induction en fonction de la position de la cible à détecter.

[0028] Les figures 1b et 1d présentent un aimant 1 avec une cavité 5 dans laquelle est placée une sonde 3 magnétosensible.

[0029] La figure 1c présente un aimant 1 avec une cavité débouchant 5. La sonde 3 est placée devant cet aimant 1 entre l'aimant 1 et la pièce, ou cible, ferromagnétique 4 à détecter.

[0030] La figure 2 représente un aimant 1 en forme de U ayant une aimantation dont la direction est sensiblement orientée suivant son axe. A l'intérieur de la cavité 5 de l'aimant en forme de U est installée une pièce ferromagnétique 2 en

forme de cône tronqué dont la base est appuyée sur la partie horizontale du U. Au dessus de cette pièce ferromagnétique est placée une sonde à effet Hall 3, dont l'élément magnéto-sensible est positionné au plus proche de la partie supérieure de la pièce ferromagnétique. La hauteur du cône est telle qu'elle libère un espace

5 suffisant pour pouvoir insérer la sonde entre le cône et la partie supérieure de l'aimant afin de ne pas augmenter la distance entre le capteur et la cible ferromagnétique à détecter.

[0031] La figure 3 représente une variante de la présente invention dans laquelle il y a un aimant 1 en forme de U ayant une aimantation dont la direction est

10 sensiblement orientée suivant son axe. A l'intérieur de la cavité 5 de l'aimant en forme de U est installée une pièce ferromagnétique 2 en forme de cône tronqué dont la base est appuyée sur la partie horizontale du U. La base de cette pièce ferromagnétique est rectangulaire. Au dessus de cette pièce ferromagnétique est placée une sonde à effet Hall 3, dont l'élément magnéto-sensible est positionné au

15 plus proche de la partie supérieure de la pièce ferromagnétique. La hauteur du cône est telle qu'elle libère un espace suffisant pour pouvoir insérer la sonde entre le cône et la partie supérieure de l'aimant afin de ne pas augmenter la distance entre le capteur et la cible ferromagnétique à détecter.

[0032] La figure 4 représente le capteur suivant la présente invention ainsi qu'une

20 pièce ferromagnétique 4 qu'il est nécessaire de détecter, pièce ferromagnétique parallélépipédique et qui présente un déplacement linéaire. Le déplacement de la pièce ferromagnétique peut se faire suivant deux directions :

- soit un mouvement transversal de la cible dans un plan sensiblement parallèle à la face supérieure de l'aimant permanent ;
- 25 - soit un mouvement de la cible (en éloignement ou rapprochement) dans un plan perpendiculaire à la face supérieure de l'aimant permanent.

[0033] La figure 5 représente un capteur analogique de position linéaire selon la présente invention. Le capteur est constitué par un aimant permanent 1 aimanté sensiblement axialement, une pièce ferromagnétique 2 et un élément magnéto-

sensible 3. Ce capteur est associé à une cible ferromagnétique 4 à profil variable se déplaçant transversalement par rapport au capteur, ce profil définissant donc un entrefer variable entre le capteur et la dite cible permettant d'obtenir une variation d'induction au niveau de l'élément magnéto-sensible suivant une fonction
5 prédéfinie linéaire ou pas en fonction de la position linéaire de la cible. Le profil de la cible peut être ajusté afin d'obtenir une variation d'induction suivant n'importe quelle fonction monotone et continue.

[0034] La figure 6 représente les lignes de champ générées dans la structure de la présente invention. La pièce ferromagnétique conique permet d'atteindre un
10 niveau d'induction magnétique proche de 0 G au niveau l'élément magnéto-sensible car cette pièce conique permet d'attirer et de concentrer les lignes de champ au niveau de l'élément magnéto-sensible.

[0035] La figure 7 représente les lignes de champ générées dans la structure de la présente invention en présence de la cible ferromagnétique à détecter.

15 [0036] La figure 8 représente la variation de l'induction magnétique vue par l'élément magnéto-sensible en fonction de la position linéaire de la cible à détecter (voir figure 4). Sur cette même courbe est représenté le signal pour le capteur selon la présente invention S_1 et le signal pour la structure de l'art antérieur S_0 .

[0037] En présence de la cible (partie centrale de la courbe) le niveau d'induction
20 est élevé et quand la cible n'est plus en face du capteur le niveau d'induction baisse pour atteindre un minimum. Pour un encombrement global équivalent, la présente invention permet d'atteindre une modulation d'induction (signal en face de la cible – signal sans cible) nettement supérieure à celle obtenue avec la structure de l'art antérieur.

25 [0038] La figure 9 présente une comparaison de la modulation d'induction (induction capteur en face de la cible moins induction capteur sans cible) pour la structure de la présente invention et la structure de l'art antérieur en fonction de la distance entre le capteur et la cible à détecter. De la même façon que

précédemment, le signal pour le capteur selon la présente invention S_1 et le signal pour la structure de l'art antérieur S_0 .

5 [0039] Quelque soit la distance cible-capteur la présente invention apporte un net avantage en ce qui concerne la modulation d'induction. Ce paramètre étant déterminant pour les performances du capteur car il détermine la capacité à travailler avec un entrefer cible-capteur important et pour un même entrefer il augmente le rapport signal sur bruit et la précision sur la détection de la cible.

10 [0040] La figure 10 représente pour la présente invention la variation de la modulation d'induction en fonction de la position de l'élément magnéto-sensible par rapport au sommet de l'aimant.

15 [0041] La courbe C1 représente la modulation d'induction en fonction de la distance capteur-cible (modulation = différence d'induction au niveau de l'élément magnéto-sensible en présence et sans la cible) pour une distance sommet du cône et élément magnéto-sensible égale à 0.5 mm et la courbe C2 représente la modulation d'induction pour une distance sommet du cône et élément magnéto-sensible égale à 1 mm.

20 [0042] Plus l'élément magnéto-sensible est situé proche du sommet du cône ferromagnétique plus la modulation d'induction est importante, la limite étant bien sûr lorsque l'élément magnéto-sensible touche le sommet du cône ce qui est en réalité impossible du fait du boîtier qui entoure l'élément magnéto-sensible et qui impose donc une distance minimum.

25 [0043] La figure 11 représente la variation de la modulation d'induction en fonction du rayon du sommet du cône pour deux positions de l'élément magnéto-sensible, le rayon de la base du cône étant fixe.

[0044] La courbe C1 représente la modulation d'induction en fonction du rayon du sommet du cône pour une distance entre le sommet du cône et l'élément magnéto-sensible égale à 0.5 mm et la courbe C2 représente la modulation

d'induction en fonction du rayon du sommet du cône pour une distance entre le sommet du cône et l'élément magnéto-sensible égale à 1 mm.

- 5 **[0045]** La forme conique de la pièce ferromagnétique permet d'augmenter la modulation d'induction, en effet plus la pointe est fine plus la modulation augmente. Il faut toutefois prendre en compte la tolérance sur le positionnement de l'élément magnéto-sensible, en effet plus la pointe du cône sera fine plus on sera sensible à un écart de positionnement de l'élément magnéto-sensible.

REVENDICATIONS

1. Capteur magnétique sans contact apte à mesurer le déplacement angulaire
5 ou linéaire d'au moins une cible ferromagnétique mobile (4), comportant au moins un aimant permanent (1), au moins un élément ferromagnétique (2) et au moins un élément magnéto-sensible (3), l'aimant permanent présentant une surface supérieure en regard de la cible ferromagnétique (4) **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (1) a une forme sensiblement cylindrique ou
10 parallélépipédique et présente une cavité (5), l'élément ferromagnétique (2) étant placé à l'intérieur de la cavité (5) et l'élément magnéto-sensible étant placé dans la cavité (5) au-dessus de l'élément ferromagnétique (2) et en dessous de la surface supérieure de l'aimant (1).
- 15 2. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément ferromagnétique (2) a une forme de cône tronqué.
3. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon la
20 revendication 1, caractérisé en ce que l'élément ferromagnétique (2) a une forme de cylindre à base trapézoïdale.
4. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon la
25 revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aimant (1) présente une aimantation sensiblement perpendiculaire à sa base.
5. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément magnéto-sensible (3) mesure l'amplitude du champ magnétique.

6. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément magnéto-sensible (3) mesure la direction du champ magnétique.
- 5 7. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément magnéto-sensible (3) est le plus proche possible de la pièce ferromagnétique (2).
- 10 8. Capteur magnétique de déplacement angulaire ou linéaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'élément magnéto-sensible (3) est un élément à effet Hall.
- 15 9. Capteur magnétique de déplacement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la cible ferromagnétique (4) est mobile dans un plan perpendiculaire à la direction d'aimantation.
- 20 10. Capteur magnétique de déplacement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la cible ferromagnétique (4) est mobile dans un plan parallèle à la direction d'aimantation.
- 25 11. Capteur magnétique de déplacement rotatif selon la revendication 9 caractérisé en ce que la cible ferromagnétique (4) est mobile autour d'un axe parallèle à la direction d'aimantation.
- 30 12. Capteur magnétique de déplacement rotatif selon la revendication 10 caractérisé en ce que la cible ferromagnétique (4) est mobile autour d'un axe perpendiculaire à la direction d'aimantation.
13. Capteur magnétique de déplacement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'élément magnéto sensible (3) est placé dans une zone où l'induction moyenne selon la direction d'aimantation est proche de 0 Gauss.

14. Capteur magnétique de déplacement selon la revendication 13 caractérisé en ce que l'élément magnéto-sensible (3) est associé à un circuit électronique de traitement du signal ayant un point de basculement proche de 0 Gauss.
- 5

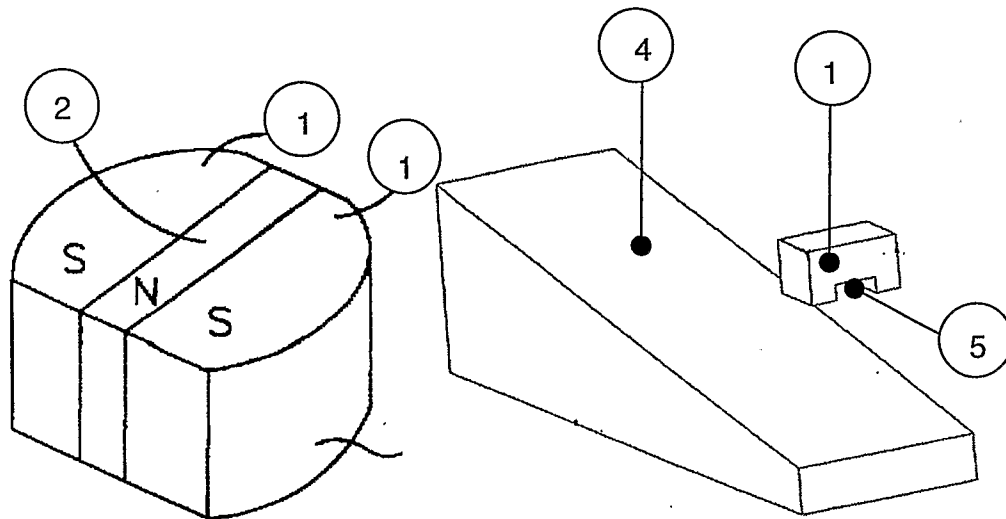


Figure 1a (art antérieur)

Figure 1b (art antérieur)

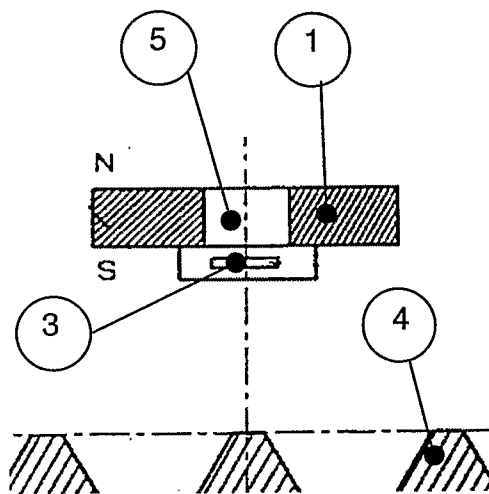


Figure 1c (art antérieur)

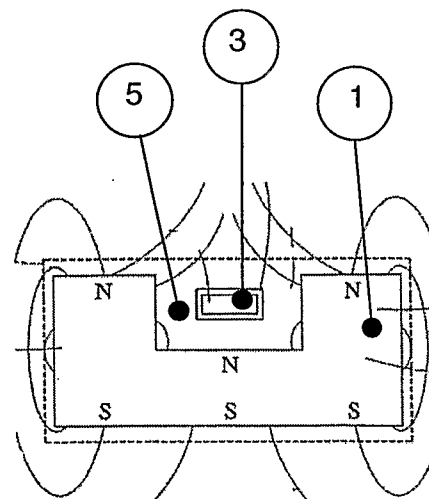


Figure 1d (art antérieur)

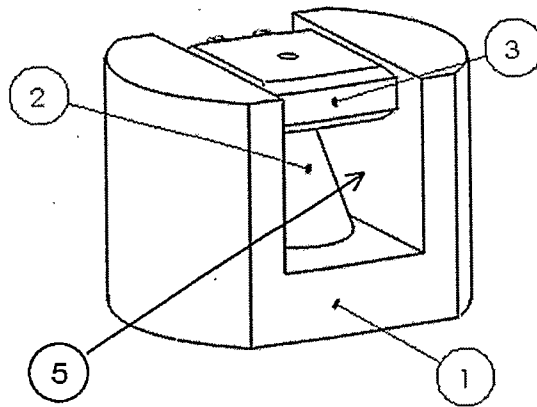


Figure 2

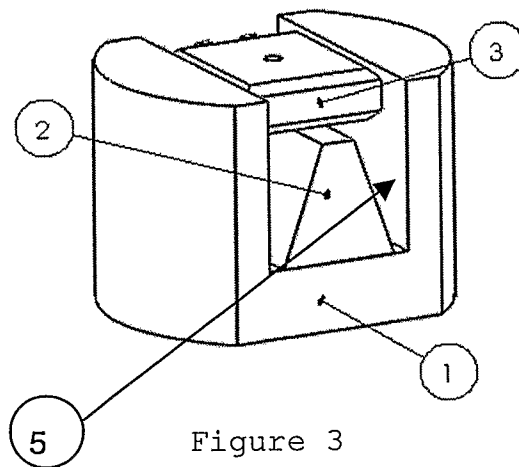


Figure 3

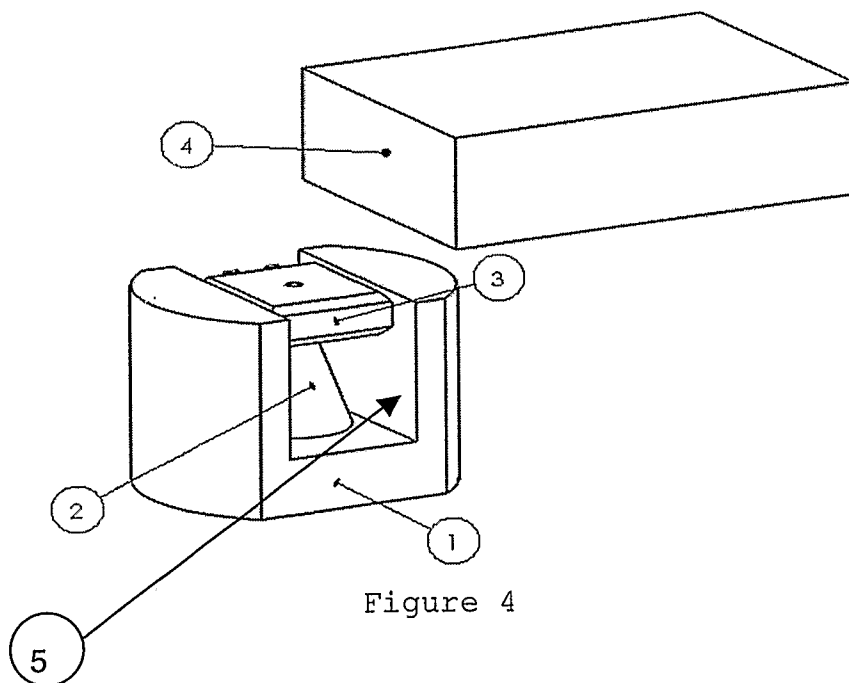


Figure 4

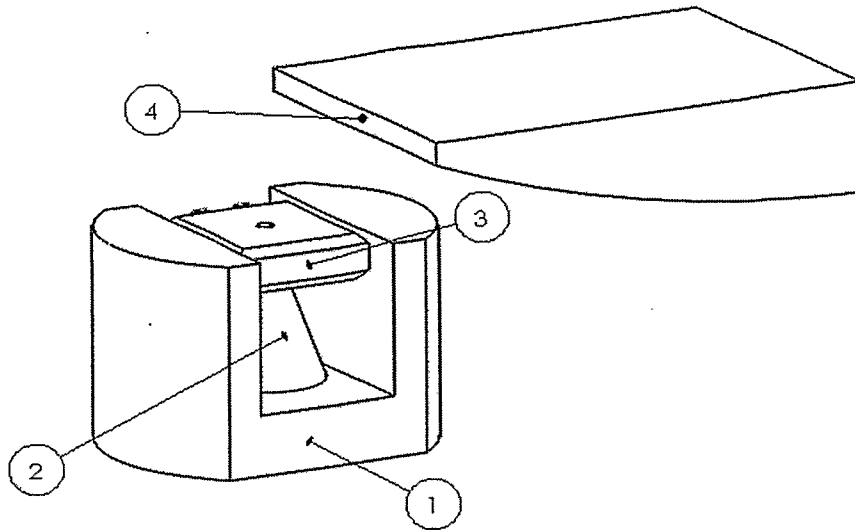


Figure 5

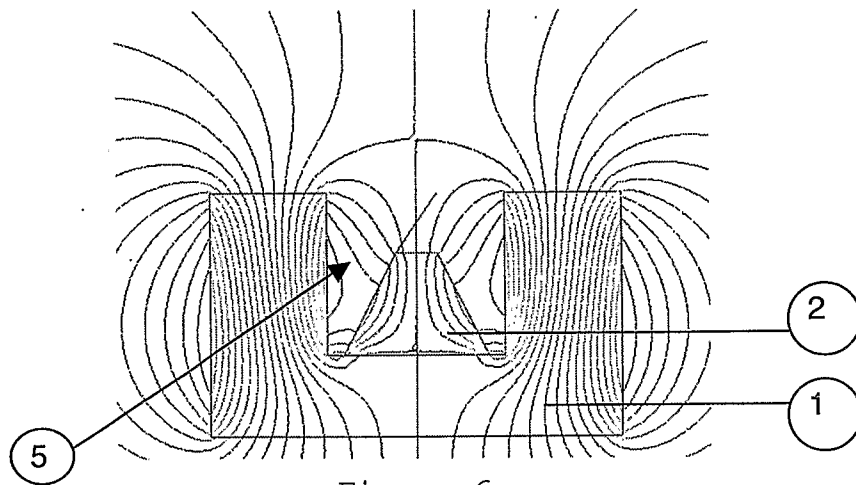


Figure 6

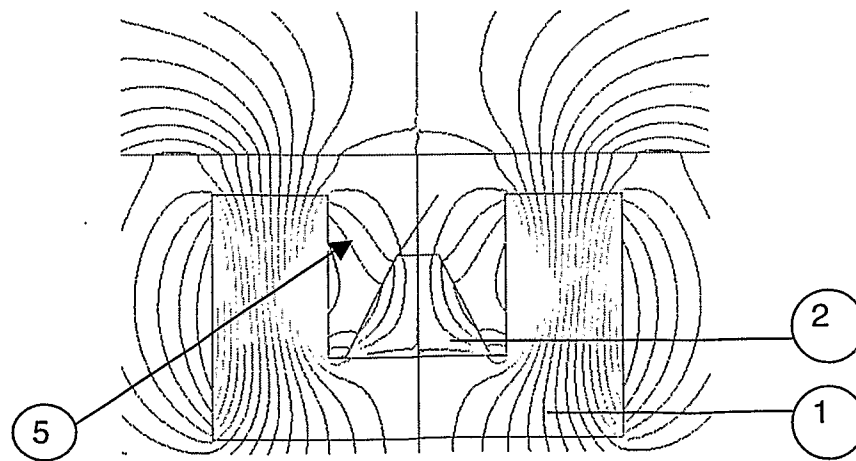


Figure 7

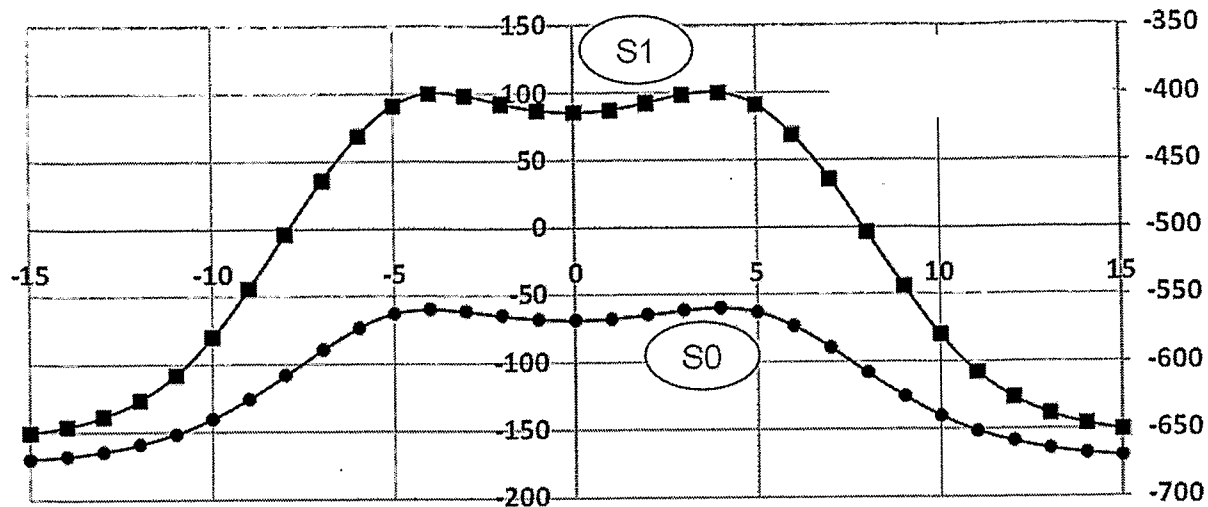


Figure 8

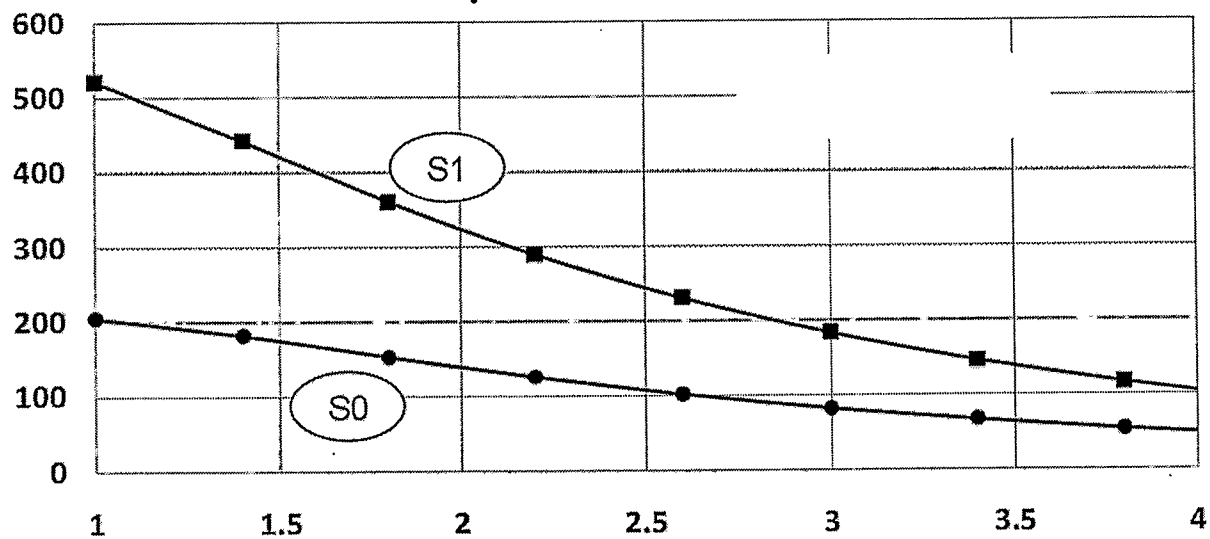


Figure 9

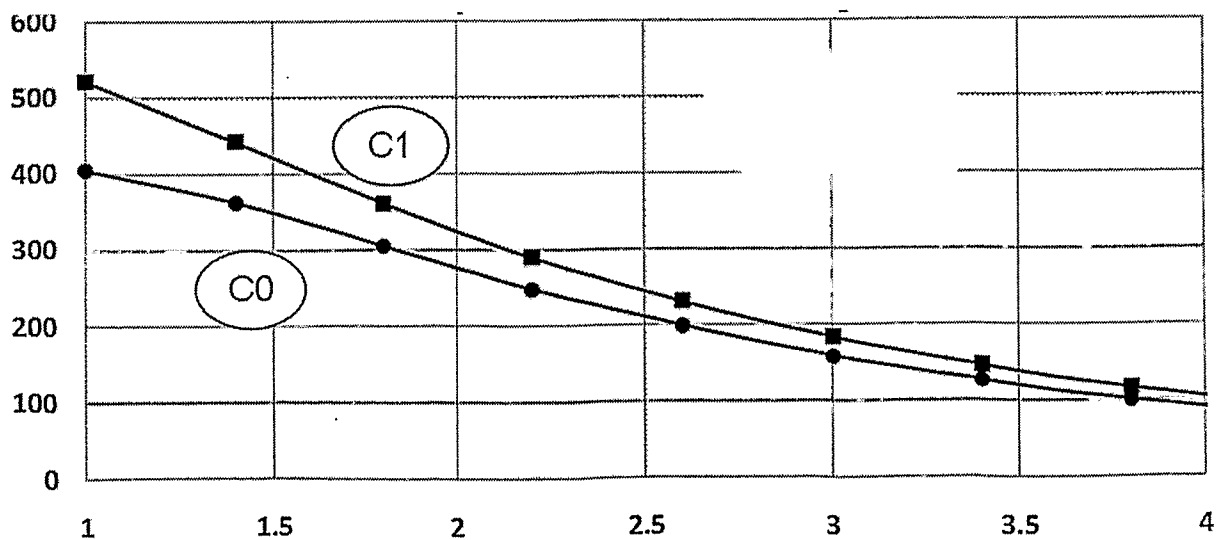


Figure 10

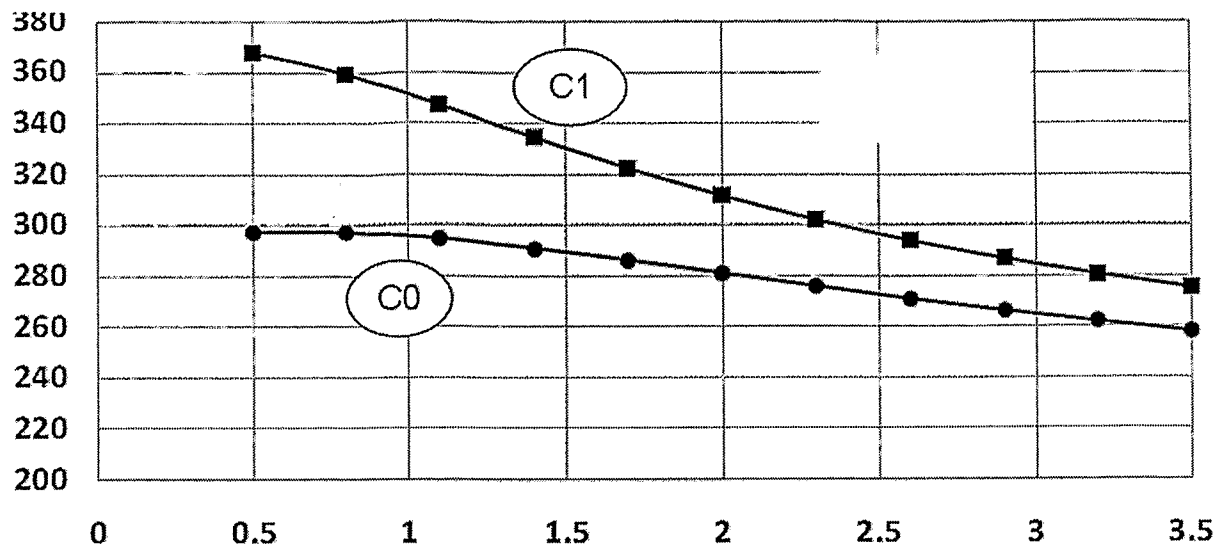


Figure 11