

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2017/013333 A1

(43) Date de la publication internationale  
26 janvier 2017 (26.01.2017)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
G01D 5/245 (2006.01) G01D 5/14 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/051810
- (22) Date de dépôt international :  
13 juillet 2016 (13.07.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
15 56911 21 juillet 2015 (21.07.2015) FR
- (71) Déposant : ELECTRICFIL AUTOMOTIVE [FR/FR];  
77, Allée des Grandes Combes, Z. I Ouest Beynost, 01700  
Miribel Cedex (FR).
- (72) Inventeurs : MÖLLER, Rainer; 3 Rue Louis Buyat,  
69970 Chaponnay (FR). LE NY, Mathieu; 43 Rue Louis  
Guérin, 69100 Villeurbanne (FR).
- (74) Mandataires : THIBAUT, Jean-Marc et al.; Cabinet  
Beau de Lomenie, 51 Avenue Jean Jaurès - B.P. 7073,  
69301 Lyon Cedex 07 (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SENSOR FOR MEASURING THE ABSOLUTE POSITION OF A MOVING PART

(54) Titre : CAPTEUR DE MESURE DE LA POSITION ABSOLUE D'UN MOBILE

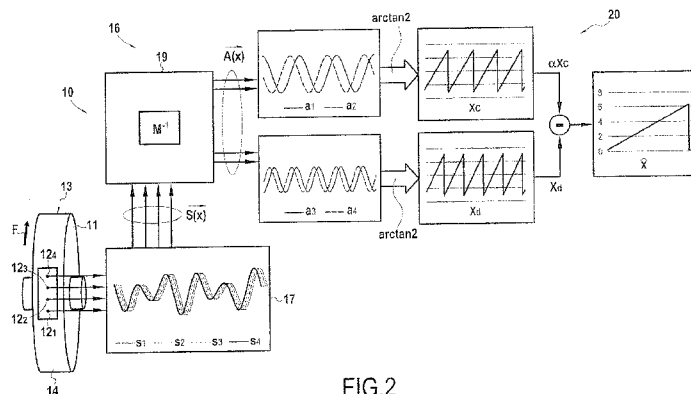


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to a measurement sensor for determining the position of a moving part (11), the sensor comprising a series of at least four probes (12i, 122, 123/124) for detecting a physical quantity from a target (13) comprising at least one track (14) for creating a physical quantity measurable by the detection probes, varying along the path of the target according to a continuous function comprising a first harmonic and a second harmonic, the probes being connected to a unit (16) for processing the signals output by the probes, comprising a reconstruction system (19) for ensuring a linear combination of the signals and for obtaining two quadrature signals (a1, a2) comprising only the first harmonic and two quadrature signals (a3, a4) comprising only the second harmonic, the unit also comprising a calculation system for processing the quadrature signals in order to determine the position of the moving part.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/013333 A1



---

L'invention concerne un capteur de mesure pour déterminer la position d'un mobile (11), le capteur comportant une série d'au moins quatre sondes de détection (12i, 122, 123/ 124) d'une grandeur physique provenant d'une cible (13) comportant au moins une piste (14) de création d'une grandeur physique mesurable par les sondes de détection, variant selon la trajectoire de la cible selon une fonction continue et comportant un premier harmonique et un deuxième harmonique, les sondes étant reliées à une unité de traitement (16) des signaux délivrés par les sondes, comportant un système de reconstruction (19), permettant d'assurer une combinaison linéaire des signaux et d'obtenir d'une part, deux signaux en quadrature (a1, a2) comportant uniquement le premier harmonique et d'autre part, deux signaux en quadrature (a3, a4) comportant uniquement le deuxième harmonique, l'unité comportant également un système de calcul assurant le traitement des signaux en quadrature pour déterminer la position du mobile.

## CAPTEUR DE MESURE DE LA POSITION ABSOLUE D'UN MOBILE

La présente invention concerne le domaine technique des capteurs de mesure permettant de déterminer la position absolue d'un mobile se déplaçant selon une trajectoire circulaire, linéaire ou curviligne.

5 L'objet de l'invention présente de nombreuses applications et en particulier dans le domaine de l'automobile pour mesurer avec précision par exemple la position angulaire d'un arbre à cames ou du vilebrequin ou la position linéaire du sélectionneur de vitesse dans une boîte de vitesse automatique.

10 L'état de la technique a proposé de nombreuses solutions techniques pour déterminer la position absolue d'un mobile.

Par exemple, la demande de brevet WO 01142753 décrit un capteur de mesure comportant une série de sondes de détection d'une grandeur physique provenant de deux cibles montées solidaires du mobile **1** dont la position est à mesurer. Typiquement et comme illustré à la **Fig. 1**, la grandeur physique à mesurer est un champ magnétique produit par deux cibles magnétiques **2, 3** dont l'une présente un nombre de pôles magnétiques différent du nombre de pôles de l'autre piste. Chaque cible **2, 3** est réalisée de manière à ce que le champ magnétique mesuré par les sondes de détection varie de manière sinusoïdale selon la trajectoire de déplacement avec une périodicité qui diffère entre les deux cibles. Deux sondes de mesure **4a, 4b** et **5a, 5b** sont placées en face de chaque cible respectivement **2, 3** en étant décalées entre elles selon la trajectoire de déplacement de manière à générer, pour chaque cible, deux signaux sinusoïdaux déphasés entre eux d'un quart de période, **S4a, S4b** et **S5a, S5b**. De tels signaux sinusoïdaux sont soumis à un traitement trigonométrique permettant de déterminer pour chaque cible, la position relative **P1, P2** du mobile à l'intérieur d'une période. La différence entre les positions relatives **P1, P2** du mobile, obtenues pour chaque cible permet de déterminer la position absolue **P** du mobile. Cette méthode de mesure est connue sous le nom de méthode vernier ou méthode modifiée vernier.

15  
20  
25  
30

Une telle méthode de mesure est également décrite par la demande de brevet WO 2014/131434.

Le capteur de mesure décrit par cette demande de brevet nécessite la mise en œuvre de deux cibles et de deux détecteurs comportant chacun deux sondes de mesure espacées d'une valeur égale à la longueur d'onde  
5 divisée par 4. Dans la mesure où la longueur d'onde est différente pour les deux pistes, un tel capteur nécessite un détecteur spécifique pour chaque cible. Aussi la distance entre les deux cibles doit être suffisamment grande pour limiter la diaphonie. Outre un problème de coût, un tel capteur de  
10 mesure pose un problème d'encombrement qui s'avère rédhibitoire dans des applications pour lesquelles la place disponible pour le montage du capteur de mesure est très réduite.

La demande de brevet EP 2 385 353 décrit un capteur de mesure comportant une piste magnétique constituée de pôles magnétiques dont la  
15 largeur est modulée de manière à obtenir un signal comportant une composante haute fréquence correspondant à la périodicité des paires de pôles et une composante basse fréquence correspondant à une période par tour mécanique de la cible. La détection d'un tel signal magnétique est assurée par deux sondes de mesure disposées à proximité l'une de l'autre. La  
20 somme et la différence des signaux délivrés par ces sondes sont calculées pour permettre de déterminer la position du mobile.

Il est à noter que le signal magnétique généré par une telle piste magnétique contient, à faible entrefer, une distorsion harmonique importante (multiple de la période des paires de pôles) ayant pour conséquence de  
25 dégrader la précision de la mesure. Pour un fort entrefer, la distorsion harmonique est moins importante mais l'amplitude du signal magnétique est plus faible, ce qui conduit à dégrader la précision de la mesure. Par ailleurs, le signal différentiel contient encore une partie non négligeable du signal de modulation, ce qui altère aussi la précision de mesure. Enfin, les signaux  
30 obtenus avec deux sondes de mesure ne permettent pas de déterminer la position absolue de manière univoque à l'arrêt du mobile. Pour remédier à ce problème, ce document propose d'ajouter une troisième sonde de mesure

positionnée à 90° par rapport aux deux autres. Outre un problème de coût, cette solution pose un problème d'encombrement.

Il est également connu par la demande de brevet US 2008/024122, un capteur de mesure pour déterminer la position d'un mobile se déplaçant  
5 selon une trajectoire déterminée. Ce capteur comporte au moins quatre sondes de détection d'une grandeur physique provenant d'une cible montée solidaire du mobile. Cette cible émet un signal pseudo-sinusoïdal variant en fonction de la position de la cible. Un tel capteur comporte des moyens de  
10 combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes de manière à former deux signaux pseudo-sinusoïdaux en quadrature et de même amplitude. Un tel capteur ne permet pas de mesurer avec grande précision la position absolue d'un mobile.

L'objet de la présente invention vise à remédier aux inconvénients des solutions antérieures en proposant un capteur permettant de mesurer avec  
15 une grande précision, la position absolue d'un mobile et adapté pour pouvoir être installé dans un volume limité tout en présentant un coût réduit.

Pour atteindre un tel objectif, le capteur de mesure selon l'invention vise à mesurer la position d'un mobile se déplaçant selon une trajectoire déterminée, le capteur comportant une série d'au moins quatre sondes de  
20 détection d'une grandeur physique provenant d'une cible montée solidaire du mobile, la cible comportant au moins une piste de création d'une grandeur physique mesurable par les sondes de détection, variant selon la trajectoire de la cible selon une fonction continue et comportant un premier harmonique et un deuxième harmonique, les sondes étant reliées à une unité de  
25 traitement des signaux délivrés par les sondes, comportant un système de reconstruction, permettant d'assurer une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes de détection et d'obtenir à partir de la combinaison linéaire de ces signaux, au moins d'une part, deux signaux en quadrature comportant uniquement le premier harmonique et d'autre part, deux signaux  
30 en quadrature comportant uniquement le deuxième harmonique, l'unité comportant également un système de calcul assurant le traitement des signaux en quadrature pour déterminer la position du mobile.

De plus, le capteur selon l'invention peut présenter en outre en combinaison au moins l'une et/ou l'autre des caractéristiques additionnelles suivantes :

- 5 - le système de calcul pour déterminer la position du mobile assure le calcul de l'Atan2 des deux signaux en quadrature comportant le premier harmonique et l'Atan2 des deux signaux en quadrature comportant le deuxième harmonique, ce système de calcul donnant deux positions relatives pour le mobile ;
- 10 - le système de calcul calcule le modulo  $2\pi$  de la différence entre les deux positions relatives pour le mobile afin d'obtenir la position absolue du mobile ;
- le premier harmonique et le deuxième harmonique présentent respectivement une première fréquence spatiale et une deuxième fréquence spatiale telles que le rapport des fréquences spatiales est donné par la relation suivante:  $N_d = \alpha N_c \pm 1$ , avec  $\alpha$  un nombre entier supérieur à 1 ;
- 15 - la cible crée un champ magnétique variable de façon continue et comporte le premier et le deuxième harmoniques, l'amplitude ou la direction du champ magnétique étant détectée par les sondes de détection ;
- le système de reconstruction assure une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes en attribuant des poids de pondération, ces poids de pondération étant programmables de manière à permettre la reconstruction des signaux en quadrature pour un espacement de valeur donnée entre les sondes ;
- 20 - les poids de pondération du système de reconstruction sont choisis de manière à obtenir une contribution nulle de la composante homogène du champ magnétique aux signaux reconstruits ;
- 25 - la distance maximale entre deux de ses sondes de détection est strictement inférieur à une demi-période de la première fréquence spatiale ;
- toutes les sondes de détection sont regroupés dans un seul circuit
- 30 intégré microélectronique ;
- au moins deux sondes localisées selon la trajectoire de la cible permettent de mesurer la composante du champ magnétique tangentiel à

cette trajectoire et au moins deux sondes localisées selon la trajectoire de la cible permettent de mesurer une composante du champ magnétique perpendiculaire à la trajectoire ;

- la cible comporte deux pistes, chaque piste étant magnétisé avec l'un des deux harmoniques et les sondes de détection sont positionnées sensiblement centrées par rapport aux deux pistes.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

10 La **Figure 1** représente un capteur selon l'état de l'art antérieur.

La **Figure 2** représente de façon fonctionnelle, un exemple de réalisation d'un capteur de position angulaire selon l'invention.

La **Figure 3** illustre de façon schématique un capteur de position linéaire selon l'invention.

15 La **Figure 4** représente une forme de réalisation d'une cible aimantée pour un capteur angulaire selon l'invention.

La **Figure 5** illustre un capteur de position angulaire selon l'invention avec des sondes mesurant deux composantes orthogonales du champ magnétique généré par la cible aimantée.

20 Tel que cela ressort plus précisément de la **Fig. 2**, l'objet de l'invention concerne un capteur de mesure **10** pour déterminer la position d'un mobile **11** se déplaçant selon une trajectoire déterminée représenté par la flèche F. Dans l'exemple illustré à la **Fig. 2**, le mobile **11** se déplace selon une trajectoire circulaire de sorte que le capteur est un capteur de position angulaire. Dans l'exemple illustré à la **Fig. 3**, le mobile **11** se déplace selon  
25 une trajectoire rectiligne de sorte que le capteur est un capteur de position linéaire. Bien entendu, le capteur de mesure selon l'invention est apte à déterminer la position d'un mobile comportant une trajectoire différente telle que curviligne.

30 Le capteur **10** selon l'invention comporte une série d'au moins quatre sondes de détection **12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>, 12<sub>4</sub>, ..., 12<sub>N</sub>** d'une grandeur physique provenant d'une cible **13** montée solidaire du mobile **11**. La cible **13**

comporte une piste ou plusieurs pistes **14** pour créer une grandeur physique mesurable par les sondes de détection. Cette grandeur physique mesurable varie selon la trajectoire du mobile selon une fonction continue et comporte un premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  et un deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$ . Selon un exemple préféré de réalisation, la grandeur physique mesurable est un champ magnétique de sorte que le capteur comporte une cible aimantée et des sondes à effet Hall. Bien entendu, la grandeur physique mesurable peut être de nature différente. Ainsi, la cible **13** peut comporter des pistes conductrices de largeur variable et les sondes peuvent être des bobines alimentées en haute fréquence de façon à pouvoir mesurer une variation des inductances en fonction de la largeur de la piste en regard de la bobine dues aux courants de Foucault. Pour simplifier la description, la description détaillée qui suit décrit l'exemple de réalisation avec une cible aimantée et des sondes à effet Hall.

La cible **13** comporte dans l'exemple considéré, une piste aimantée **14**. L'amplitude ou la direction de l'aimantation de la piste varie dans le sens de déplacement de la cible selon une fonction continue et comporte un premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  et un deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$ .

Les sondes de détection  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$  sont reliées à une unité **16** de traitement des signaux  $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \mathbf{s}_3, \mathbf{s}_4, \dots, \mathbf{s}_N$  délivrés par les sondes.

Comme cela sera décrit plus en détail dans la suite de la description, cette unité de traitement **16** comporte un système **17** d'acquisition et de traitement des signaux délivrés par les sondes de détection, relié à un système **19** de reconstruction assurant une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes. Ce système **19** de reconstruction permet d'obtenir à partir de la combinaison linéaire des signaux  $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \mathbf{s}_3, \mathbf{s}_4, \dots, \mathbf{s}_N$ , au moins d'une part, deux signaux en quadrature  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2$  comportant uniquement le premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  et d'autre part, deux signaux en quadrature  $\mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$  comportant uniquement le deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$ . L'unité de traitement **16** comporte également un système de calcul **20** assurant le traitement des signaux en quadrature pour déterminer la position du mobile. Typiquement,

ce système de calcul **20** donne deux positions relatives  $\mathbf{X}_c$ ,  $\mathbf{X}_d$  pour le mobile **11** par le calcul de l'Atan2 des deux signaux en quadrature comportant le premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  (à savoir les signaux  $\mathbf{a}_1$  et  $\mathbf{a}_2$  dans l'exemple illustré) et l'Atan2 des deux signaux en quadrature comportant le deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$  (à savoir les signaux  $\mathbf{a}_3$  et  $\mathbf{a}_4$  dans l'exemple illustré). Le système de calcul **20** effectue alors le modulo  $2\pi$  de la différence entre les deux positions relatives  $\mathbf{X}_c$ ,  $\mathbf{X}_d$  pour le mobile afin d'obtenir la position absolue  $\mathbf{x}$  du mobile.

La description qui suit décrit plus en détail l'unité **16** de traitement des signaux  $\mathbf{s}_1$ ,  $\mathbf{s}_2$ ,  $\mathbf{s}_3$ ,  $\mathbf{s}_4$ , ...,  $\mathbf{s}_N$  délivrés par les sondes. Il doit être considéré que les sondes de détection  $\mathbf{12}_1$ ,  $\mathbf{12}_2$ ,  $\mathbf{12}_3$ ,  $\mathbf{12}_4$ , ...,  $\mathbf{12}_N$  sont décalées entre elles selon le sens de déplacement de la cible. Le champ magnétique  $\mathbf{b}$  mesuré en un point  $\mathbf{x}$  et selon une direction donnée peut être décrit de la manière suivante:

$$b(x) = V_c \cos(w_c x) + V_d \cos(w_d x)$$

Où  $w_c = 2\pi N_c/L$  et  $w_d = 2\pi N_d/L$  avec  $N_c$  et  $N_d$  des nombres entiers correspondant au nombre de périodes de chaque harmonique sur la course  $L$  de la cible **11** et  $\mathbf{x}$  est la position prise selon la trajectoire. Le premier harmonique présente ainsi une première fréquence spatiale  $\mathbf{N}_c$  (considéré de basse fréquence par exemple) et le deuxième harmonique présente une deuxième fréquence spatiale  $\mathbf{N}_d$  (considéré de haute fréquence par exemple). Les paramètres  $\mathbf{V}_c$  et  $\mathbf{V}_d$  correspondent à l'amplitude de ces deux harmoniques.

Typiquement, le capteur **1** selon l'invention, réalise simultanément, par le système d'acquisition et de traitement **17**,  $N$  mesures  $\mathbf{s}_k$  du champ magnétique généré par la piste aimantée **14**. Dans l'exemple illustré aux **Fig. 2** et **3**, ces mesures sont réalisées à l'aide des sondes  $\mathbf{12}_1$  à  $\mathbf{12}_4$  ( $N=4$  dans cet exemple) qui sont décalées entre elles dans le sens de déplacement  $\mathbf{F}$ . Ces différentes mesures  $\mathbf{s}_k$  sont définies par :

$$s_k(x) = b(x + \phi_k)$$

Où  $\phi_k$  correspond à la position de chaque mesure, c'est-à-dire à la position choisie des sondes de détection  $\mathbf{12}_1$  à  $\mathbf{12}_4$  (**Fig. 3**). Grâce aux

formules trigonométriques usuelles,  $s_k$  peut être réécrit de la manière suivante :

$$s_k(x) = V_c \cos(w_c \phi_k) \cdot \cos(w_c x) - V_c \sin(w_c \phi_k) \cdot \sin(w_c x) + V_d \cos(w_d \phi_k) \cdot \cos(w_d x) - V_d \sin(w_d \phi_k) \cdot \sin(w_d x)$$

Il est possible de réécrire cette formule sous le format matriciel suivant :

$$\begin{pmatrix} s_1(x) \\ \vdots \\ s_N(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_c \cos(w_c \phi_1) & -V_c \sin(w_c \phi_1) & V_d \cos(w_d \phi_1) & -V_d \sin(w_d \phi_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_c \cos(w_c \phi_N) & -V_c \sin(w_c \phi_N) & V_d \cos(w_d \phi_N) & -V_d \sin(w_d \phi_N) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1(x) \\ a_2(x) \\ a_3(x) \\ a_4(x) \end{pmatrix}$$

5 Où les nouvelles variables  $\mathbf{a}_p$  sont égales à :

$$\begin{cases} a_1(x) = \cos(w_c x) \\ a_2(x) = \sin(w_c x) \\ a_3(x) = \cos(w_d x) \\ a_4(x) = \sin(w_d x) \end{cases}$$

Formule que l'on peut écrire de manière plus simple à l'aide de la notation matricielle :

$$S(x) = M \cdot A(x)$$

Où S correspond au vecteur colonne Nx1 contenant toutes les mesures  $\mathbf{s}_k$  dépendant de la position  $\mathbf{x}$  et où **M** est une matrice Nx4 dépendant des positions  $\phi_k$  et des périodicités  $w_c$  et  $w_d$  ou fréquence spatiale  $\mathbf{N}_c$  et  $\mathbf{N}_d$ . Enfin, **A** est un vecteur 4x1 contenant les variables  $\mathbf{a}_p$  dépendant de la position  $\mathbf{x}$  de manière plus simple que les variables  $\mathbf{s}_k$ . Comme les relations entre la position  $\mathbf{x}$  et les variables  $\mathbf{a}_p$  sont plus simples, l'objectif est donc de

10 déterminer ces valeurs  $\mathbf{a}_p$  à partir des différentes mesures  $\mathbf{s}_k$ . Avec N=4 mesures différentes et si la matrice **M** est de rang plein, les nouvelles variables  $\mathbf{a}_p$  peuvent être déterminés de la manière suivante en fonction des

15 mesures  $\mathbf{s}_k$  :

$$A(x) = M^{-1} \cdot S(x)$$

Où  $\mathbf{M}^{-1}$  est la matrice inverse de la matrice  $\mathbf{M}$  décrit plus haut, et aussi appelée matrice de pondération.

Il est à noter que la matrice de pondération  $\mathbf{M}^{-1}$  tout comme la matrice  $\mathbf{M}$  dépend uniquement des paramètres fixes et connus du système de mesure, à savoir des positions  $\phi_k$  des sondes de détection et des périodicités  $\mathbf{w}_c$  et  $\mathbf{w}_d$ . Il est donc possible de déterminer, pour un système de mesure donnée, une matrice  $\mathbf{M}^{-1}$  qui transforme le vecteur  $\mathbf{S}(\mathbf{x})$  de N mesures comportant chacune les deux harmoniques, en un vecteur  $\mathbf{A}(\mathbf{x})$  de quatre signaux  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$  dans l'exemple illustré.

Cette matrice  $\mathbf{M}^{-1}$  définit les poids de pondération appliqués aux signaux  $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \mathbf{s}_3, \mathbf{s}_4$  par le système de reconstruction **19** afin d'obtenir les signaux  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$ . Les quatre signaux du vecteur  $\mathbf{A}(\mathbf{x})$  comportent d'une part deux signaux en quadrature  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2$  comportant uniquement le premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  et d'autre part, deux signaux en quadrature  $\mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$  comportant uniquement le deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$ .

En d'autres termes, le système de reconstruction **19** assure une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes en attribuant des poids de pondération choisis en fonction d'une part, des fréquences spatiales des deux harmoniques et, d'autre part, de la distance entre les sondes de détection.

Ces poids de pondération sont de préférence programmables de manière à permettre la reconstruction des signaux en quadrature pour un espacement de valeur donnée entre les sondes et pour différentes fréquences spatiales. Ainsi, un sous ensemble standard comportant des sondes  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$  avec un espacement fixe entre les sondes peut être utilisé pour plusieurs variantes de capteurs avec des cibles de diamètres et de fréquences spatiales diverses.

Dans le cas général où le nombre de mesure N est supérieur à 4, le vecteur  $\mathbf{A}(\mathbf{x})$  peut toujours être déterminé à l'aide de la méthode des moindres carrés:

$$A(x) = (M^T M)^{-1} M^T . S(x)$$

Où  $M^T$  est la transposée de la matrice M.

Une fois que le vecteur **A** est déterminé, la détermination de la position **x**, par le système de calcul **20**, se fait très facilement. Dans un premier temps, on calcule d'abord deux positions relatives **X<sub>c</sub>** et **X<sub>d</sub>** :

$$\begin{cases} X_c(x) = \text{atan2}(a_2(x), a_1(x)) = \text{modulo}\left(x, \frac{L}{N_c}\right) \\ X_d(x) = \text{atan2}(a_4(x), a_3(x)) = \text{modulo}\left(x, \frac{L}{N_d}\right) \end{cases}$$

Où la fonction atan2 est la fonction qui relie les fonctions sinus et cosinus vers l'angle sur une période de  $2\pi$ .

Enfin, la position absolue **x** de la cible **13** peut être estimée de la manière suivante :

$$\hat{x} = \text{modulo}(X_c - X_d, 2\pi)$$

Il est possible d'améliorer ce capteur de telle sorte à ce qu'il annule un champ magnétique extérieur homogène. Pour cela, supposons que le champ total  $b(x)$  s'écrive désormais de la manière suivante :

$$b(x) = V_c \cos(w_c x) + V_d \cos(w_d x) + V_e$$

Où **V<sub>e</sub>** est l'amplitude du champ magnétique extérieur homogène. Les mesures **s<sub>k</sub>** s'écrivent désormais de la manière suivante :

$$\begin{pmatrix} s_1(x) \\ \vdots \\ s_N(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_c \cos(w_c \phi_1) & -V_c \sin(w_c \phi_1) & V_d \cos(w_d \phi_1) & -V_d \sin(w_d \phi_1) & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_c \cos(w_c \phi_N) & -V_c \sin(w_c \phi_N) & V_d \cos(w_d \phi_N) & -V_d \sin(w_d \phi_N) & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1(x) \\ a_2(x) \\ a_3(x) \\ a_4(x) \\ V_e \end{pmatrix}$$

La matrice **M** possède désormais une colonne supplémentaire. Par conséquent, il suffit de réaliser  $N=5$  mesures distinctes pour que cette matrice soit de nouveau carrée et inversible. Ainsi, il est possible de déterminer séparément la contribution des variables utiles **a<sub>p</sub>** et du bruit magnétique extérieur **V<sub>e</sub>**. Selon cette variante de réalisation, le système de reconstruction **19** permet d'obtenir à partir de la combinaison linéaire des signaux pondérés d'une part, deux signaux en quadrature **a<sub>1</sub>**, **a<sub>2</sub>** comportant uniquement le premier harmonique et d'autre part, deux signaux en quadrature **a<sub>3</sub>**, **a<sub>4</sub>** comportant uniquement le deuxième harmonique, et un

signal  $\mathbf{V}_e$  comportant uniquement la composante homogène du champ magnétique. Les poids de pondération de ce système de reconstruction **19** permettent d'obtenir une contribution nulle de la composante homogène du champ magnétique aux signaux reconstruits  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$ .

5 Tant que toute la chaîne de traitement reste en régime linéaire, les signaux  $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4$  ne sont pas influencés par le champ magnétique homogène et en conséquence la mesure de position n'est pas perturbée par un champ magnétique externe homogène. Dans certaines applications, le champ magnétique externe peut atteindre des valeurs extrêmes provoquant  
10 la saturation des sondes magnétiques ou d'une autre partie de la chaîne de traitement, ce qui peut provoquer une mesure erronée. Dans des applications demandant une sûreté de fonctionnement importante, il peut donc être utile de valider la position déterminée uniquement si le signal  $\mathbf{V}_e$  représentant le champ magnétique externe reste dans les limites  
15 acceptables, et d'émettre un signal d'alerte dans le cas contraire.

La matrice de pondération  $\mathbf{M}^{-1}$  est déterminée de façon à complètement supprimer l'harmonique non désiré dans les signaux  $\mathbf{a}_1(\mathbf{x})$  à  $\mathbf{a}_N(\mathbf{x})$ . Il est possible que cette matrice de pondération apporte en même temps, une atténuation importante à l'harmonique utile, ce qui aura comme  
20 conséquence de dégrader le rapport de signal sur bruit, et donc la précision de la mesure. Cette atténuation non désirée dépend de l'espacement entre les points de mesure et des fréquences spatiales utilisées. De manière générale, pour un espacement donnée des points de mesure, une matrice de pondération qui permet d'annuler complètement une fréquence spatiale  
25 donnée est susceptible d'atténuer fortement des fréquences spatiales proches. La méthode Vernier classique utilise deux fréquences reliées entre elles selon l'équation :

$$N_d = N_c \pm 1$$

Pour obtenir une bonne résolution de mesure, il est souhaitable de  
30 choisir des nombres  $N_c$  et  $N_d$  élevés, et dans ce cas on peut considérer que les fréquences sont proches, et que l'atténuation du signal utile risque d'être importante. Pour remédier à ce problème il est proposé selon une version

préférée de l'invention, d'utiliser une relation des deux fréquences spatiales  $\mathbf{N}_c$ ,  $\mathbf{N}_d$  selon l'équation suivante :

$$N_d = \alpha N_c \pm 1$$

Avec  $\alpha$  un nombre entier supérieur à 1.

Ceci permet d'obtenir un plus grand écart entre les fréquences spatiales  
5 utilisées tout en gardant la possibilité de retrouver la position absolue. La position absolue  $\mathbf{x}$  est dans ce cas obtenue à partir des deux positions relatives  $\mathbf{X}_c$  et  $\mathbf{X}_d$  selon l'équation suivante :

$$\hat{x} = \text{modulo}(\alpha X_c - X_d, 2\pi)$$

Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, la distance  
maximale entre deux des sondes de détection  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$   
10 est strictement inférieur à une demi-période de la première fréquence spatiale  $\mathbf{N}_c$  à savoir la fréquence la plus basse.

Selon une autre caractéristique avantageuse de réalisation, toutes les  
sondes de détection  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$  sont regroupés dans un  
seul circuit intégré microélectronique  $\mathbf{22}$ . Un tel avantage est rendu possible  
15 par le fait que toutes les sondes de détection peuvent être montées à proximité les unes des autres. Typiquement, toutes les sondes de détection peuvent être logées dans une surface de l'ordre de quelques mm<sup>2</sup>.

Dans les exemples illustrés aux **Fig. 2** et **3**, la cible **13** comporte une  
seule piste **14** de création d'une grandeur physique mesurable par les  
20 sondes de détection, variant selon la trajectoire de la cible selon une fonction continue et comportant un premier harmonique  $\mathbf{N}_c$  et un deuxième harmonique  $\mathbf{N}_d$ . La **Fig. 4** illustre un exemple de réalisation d'une cible aimantée **14** comportant une seule piste aimantée. Les flèches montrent la direction et le ton de gris l'intensité du flux magnétique. La réalisation de la  
25 cible avec une unique piste contribue à la réalisation d'un capteur de mesure avec un faible encombrement.

Il est à noter que le capteur de mesure selon l'invention peut être mis  
en œuvre avec une cible **13** comportant deux pistes **14** montées côte à côte,  
en étant magnétisé chacune avec l'un des deux harmoniques. Selon une  
30 variante préférée de réalisation, les deux pistes **14** sont aménagées pour

être accolées alors que les sondes de détection  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$  sont positionnées sensiblement centrées par rapport aux deux pistes accolées. En d'autres termes, les sondes de détection  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$  sont placées au-dessus de la jonction de ces deux pistes.

- 5 La **Fig. 5** montre un autre capteur selon une variante de l'invention. Dans cette variante, au lieu d'utiliser quatre sondes distribuées sur quatre positions décalées dans le sens de mesure, il est utilisé deux paires de sondes  $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2$  et  $\mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4$ , localisées à seulement deux positions différentes dans le sens de déplacement, chaque paire de sondes mesure
- 10 deux composantes du champ magnétique dans deux directions perpendiculaires dont une composante  $\mathbf{b}_T$  qui est tangentielle à la trajectoire et une composante  $\mathbf{b}_P$  qui est perpendiculaire à la trajectoire. Tout d'abord, le champ magnétique autour de la cible peut être approximé de la même manière que précédemment selon deux directions de l'espace :

$$b_p(x) = V_{pc} \cos(w_c x) + V_{pd} \cos(w_d x)$$

$$b_T(x) = V_{Tc} \sin(w_c x) + V_{Td} \sin(w_d x)$$

- 15 Où  $\mathbf{b}_P$  et  $\mathbf{b}_T$  sont deux composantes du champ magnétique perpendiculaires entre elles, et où les coefficients  $\mathbf{V}_{xx}$  sont des constantes que l'on peut obtenir par simulation ou par mesure. Dans cette variante de l'invention, les quatre mesures  $\mathbf{s}_k$  sont définies de la manière suivante:

$$s_1(x) = b_p(x + \phi_1)$$

$$s_2(x) = b_p(x + \phi_2)$$

$$s_3(x) = b_T(x + \phi_1)$$

$$s_4(x) = b_T(x + \phi_2)$$

- 20 Où  $\phi_1$  et  $\phi_2$  sont les deux positions de mesures dans cette variante de l'invention. Grâce aux formules trigonométriques usuelles, on peut écrire comme précédemment un système matriciel:

$$\begin{pmatrix} s_1(x) \\ s_2(x) \\ s_3(x) \\ s_4(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{Pc} \cos(w_c \phi_1) & -V_{Pc} \sin(w_c \phi_1) & V_{Pd} \cos(w_d \phi_1) & -V_{Pd} \sin(w_d \phi_1) \\ V_{Pc} \cos(w_c \phi_2) & -V_{Pc} \sin(w_c \phi_2) & V_{Pd} \cos(w_d \phi_2) & -V_{Pd} \sin(w_d \phi_2) \\ V_{Tc} \sin(w_c \phi_1) & V_{Tc} \cos(w_c \phi_1) & V_{Td} \sin(w_d \phi_1) & V_{Td} \cos(w_d \phi_1) \\ V_{Tc} \sin(w_c \phi_2) & V_{Tc} \cos(w_c \phi_2) & V_{Td} \sin(w_d \phi_2) & V_{Td} \cos(w_d \phi_2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1(x) \\ a_2(x) \\ a_3(x) \\ a_4(x) \end{pmatrix}$$

La démarche est ensuite identique à celle décrite plus haut. Aussi, le champ extérieur peut être annulé de manière similaire en ajoutant une troisième mesure sur la composante  $\mathbf{b}_p$  et une troisième mesure sur la composante  $\mathbf{b}_T$ .

- 5 Il ressort de la description qui précède que les sondes de détection se caractérisent soit par leur emplacement dans l'espace en étant décalées entre elles par rapport à la trajectoire de déplacement du mobile, soit par la composante de la grandeur physique mesurée comme par exemple les composantes radiale ou axiale du champ magnétique.

## REVENDEICATIONS

**1** - Capteur de mesure pour déterminer la position d'un mobile (**11**) se déplaçant selon une trajectoire déterminée  $F$ , le capteur comportant une série d'au moins quatre sondes de détection (**12<sub>1</sub>**, **12<sub>2</sub>**, **12<sub>3</sub>**, **12<sub>4</sub>**, ..., **12<sub>N</sub>**)  
5 d'une grandeur physique provenant d'une cible (**13**) montée solidaire du mobile, la cible comportant au moins une piste (**14**) de création d'une grandeur physique mesurable par les sondes de détection, variant selon la trajectoire de la cible selon une fonction continue et comportant un premier harmonique (**N<sub>c</sub>**) et un deuxième harmonique (**N<sub>d</sub>**), les sondes étant reliées à  
10 une unité de traitement (**16**) des signaux délivrés par les sondes, comportant un système de reconstruction (**19**), permettant d'assurer une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes de détection et d'obtenir à partir de la combinaison linéaire de ces signaux, au moins d'une  
15 part, deux signaux en quadrature (**a<sub>1</sub>**, **a<sub>2</sub>**) comportant uniquement le premier harmonique et d'autre part, deux signaux en quadrature (**a<sub>3</sub>**, **a<sub>4</sub>**) comportant uniquement le deuxième harmonique, l'unité comportant également un système de calcul (**20**) assurant le traitement des signaux en quadrature pour déterminer la position du mobile.

**2** - Capteur de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
20 système de calcul (**20**) pour déterminer la position du mobile assure le calcul de  $\text{Atan2}$  des deux signaux en quadrature comportant le premier harmonique et  $\text{Atan2}$  des deux signaux en quadrature comportant le deuxième harmonique, ce système de calcul donnant deux positions relatives pour le mobile.

25 **3** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le système de calcul (**20**) calcule le modulo  $2\pi$  de la différence entre les deux positions relatives pour le mobile afin d'obtenir la position absolue ( $\hat{x}$ ) du mobile.

**4** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé  
30 en ce que le premier harmonique et le deuxième harmonique présentent respectivement une première fréquence spatiale (**N<sub>c</sub>**) et une deuxième fréquence spatiale (**N<sub>d</sub>**) telles que le rapport des fréquences spatiales est

donné par la relation suivante:  $N_d = \alpha N_c \pm 1$ , avec  $\alpha$  un nombre entier supérieur à 1.

5 **5** - Capteur de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cible (**13**) crée un champ magnétique variable de façon continue et comporte le premier et le deuxième harmoniques, l'amplitude ou la direction du champ magnétique étant détectée par les sondes de détection.

**6** - Capteur de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de reconstruction (**19**) assure une combinaison linéaire des signaux délivrés par les sondes en attribuant des poids de pondération, ces poids de pondération étant programmables de manière à permettre la reconstruction des signaux en quadrature pour un espacement de valeur donnée entre les sondes.

15 **7** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les poids de pondération du système de reconstruction (**19**) sont choisis de manière à obtenir une contribution nulle de la composante homogène du champ magnétique aux signaux reconstruits (**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub>**).

**8** - Capteur de mesure selon la revendication **1**, caractérisé en ce que la distance maximale entre deux de ses sondes de détection (**12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>, 12<sub>4</sub>, ..., 12<sub>N</sub>**) est strictement inférieur à une demi-période de la première fréquence spatiale (**N<sub>c</sub>**).

**9** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que toutes les sondes de détection (**12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>, 12<sub>4</sub>, ..., 12<sub>N</sub>**) sont regroupés dans un seul circuit intégré microélectronique.

25 **10** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux sondes (**12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>**) localisées selon la trajectoire de la cible permettant de mesurer la composante du champ magnétique tangentiel à cette trajectoire et au moins deux sondes (**12<sub>3</sub>, 12<sub>4</sub>**) localisées selon la trajectoire de la cible permettant de mesurer une composante du champ magnétique perpendiculaire à la trajectoire.

30 **11** - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la cible (**13**) comporte deux pistes (**14**), chaque piste étant magnétisée avec l'un des deux harmoniques et en ce que les sondes de

détection ( $\mathbf{12}_1, \mathbf{12}_2, \mathbf{12}_3, \mathbf{12}_4, \dots, \mathbf{12}_N$ ) sont positionnées sensiblement centrées par rapport aux deux pistes.

1/4

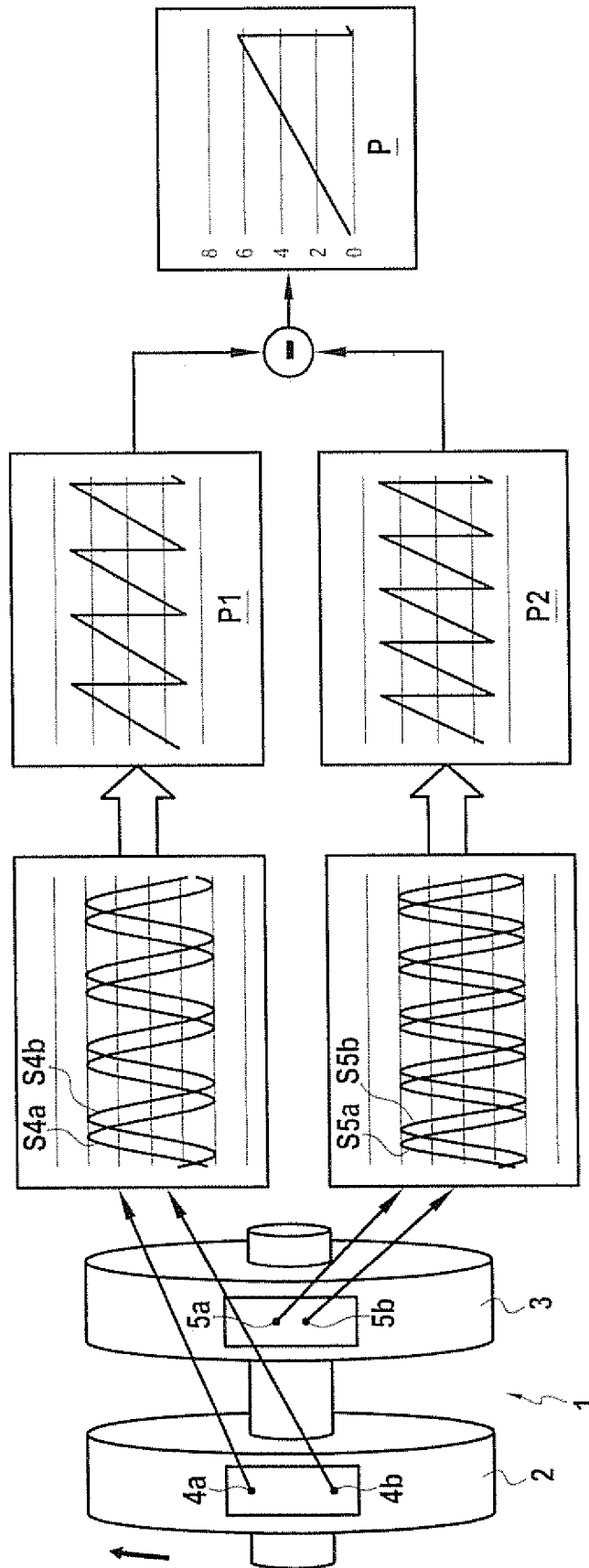
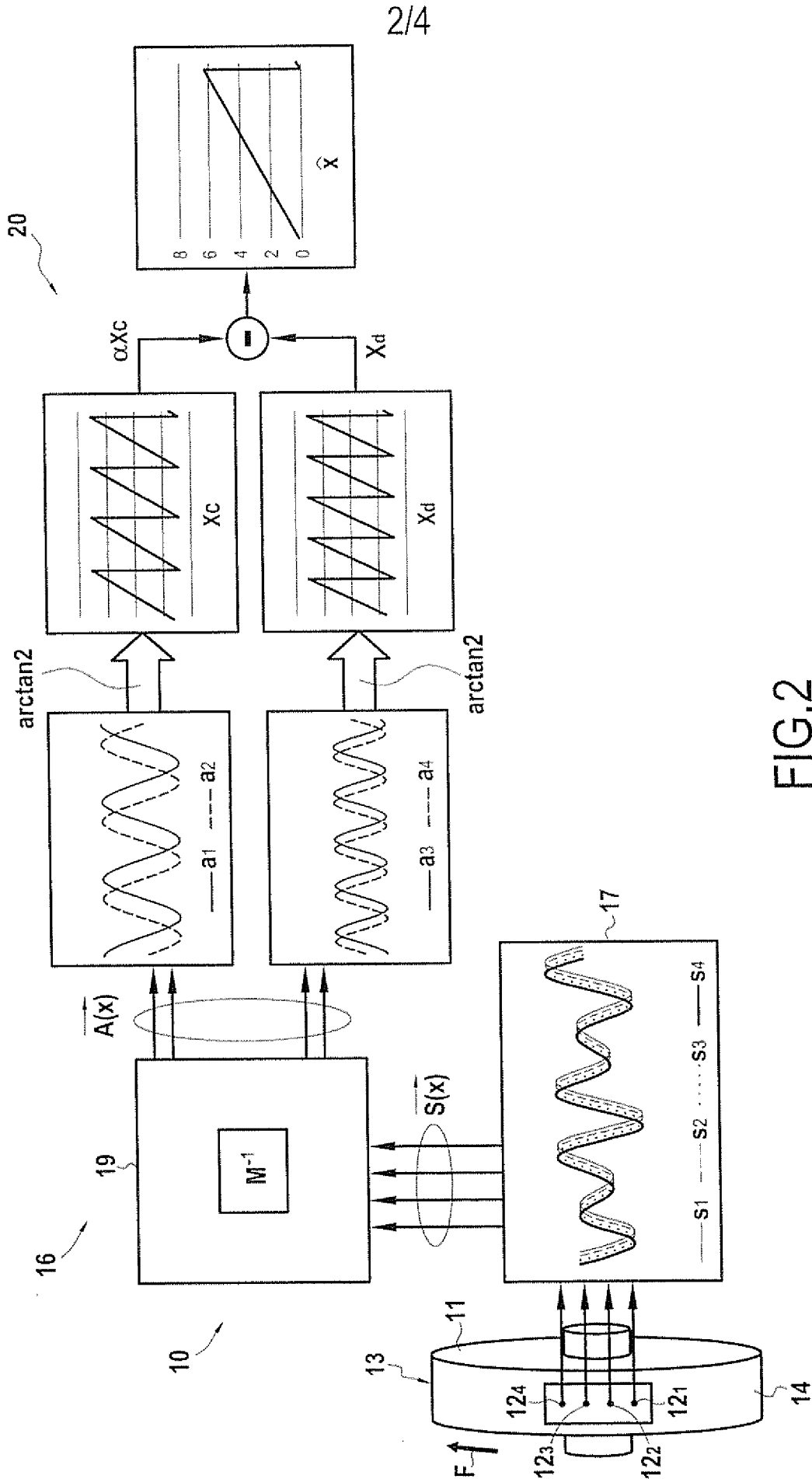


FIG.1



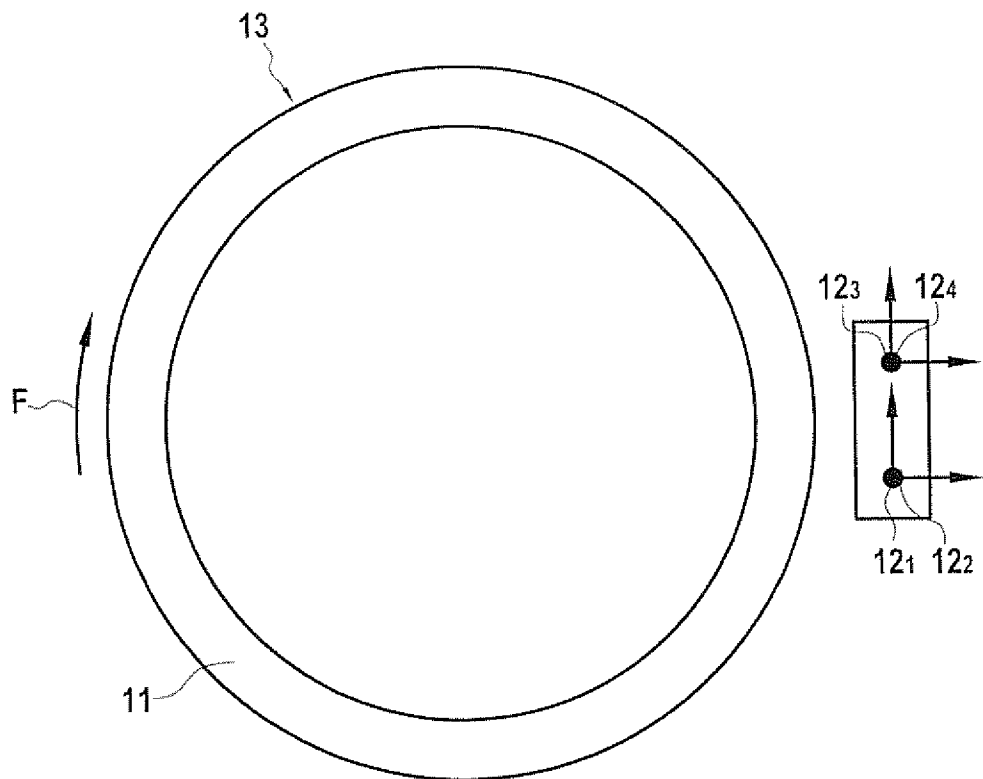
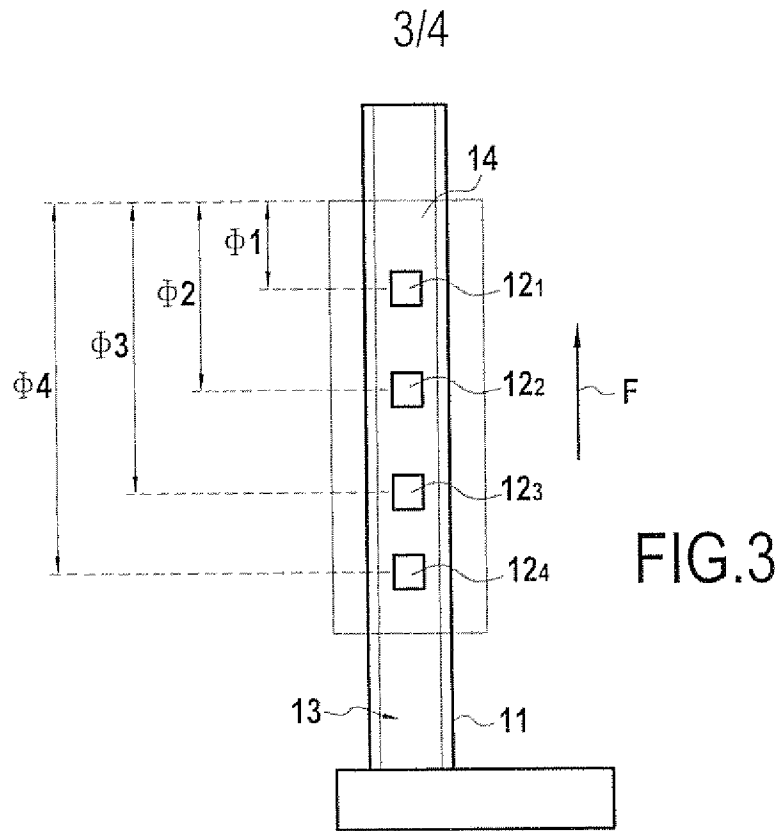


FIG. 5

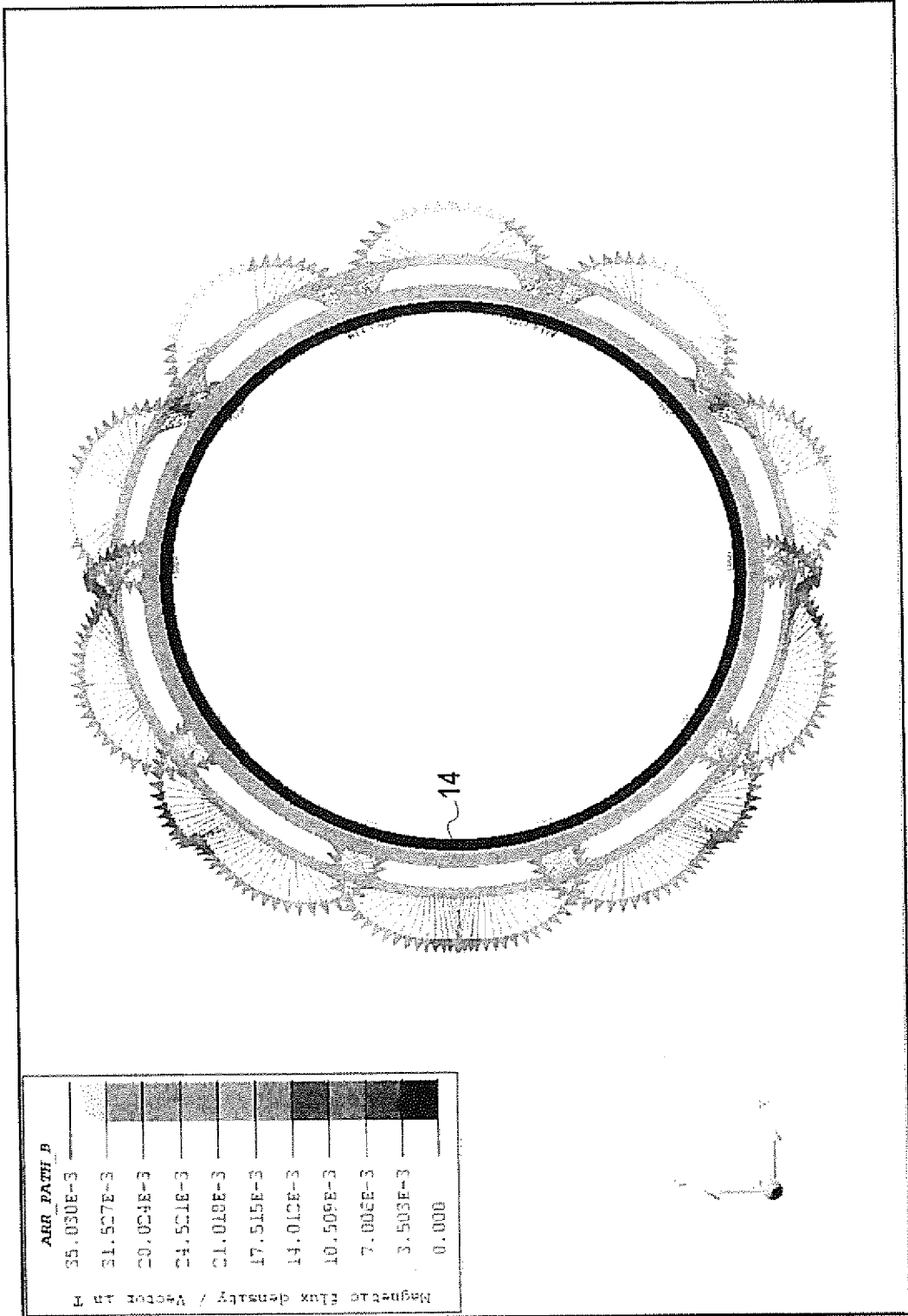


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/051810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01D5/245 G01D5/14  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01D  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008/024122 A1 (DESBIOLLES PASCAL [FR] ET AL) 31 January 2008 (2008-01-31) abstract paragraph [0020] - paragraph [0037] figure 1 paragraph [0064] page 3	1-11
A	----- WO 2014/131434 A1 (SKF AB [SE]) 4 September 2014 (2014-09-04) abstract page 3, line 6 - line 27 page 12, line 31 - page 15, line 23 -----	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

30 September 2016

12/10/2016

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stenger, Michael

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051810

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2008024122	A1	31-01-2008	CN 101113911 A	30-01-2008
			EP 1882905 A1	30-01-2008
			FR 2904411 A1	01-02-2008
			JP 2008032720 A	14-02-2008
			KR 20080011136 A	31-01-2008
			US 2008024122 A1	31-01-2008
-----				
WO 2014131434	A1	04-09-2014	CN 104995486 A	21-10-2015
			EP 2962070 A1	06-01-2016
			US 2016011015 A1	14-01-2016
			WO 2014131434 A1	04-09-2014
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051810

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01D5/245 G01D5/14 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2008/024122 A1 (DESBIOLLES PASCAL [FR] ET AL) 31 janvier 2008 (2008-01-31) abrégé alinéa [0020] - alinéa [0037] figure 1 alinéa [0064] page 3	1-11
A	----- WO 2014/131434 A1 (SKF AB [SE]) 4 septembre 2014 (2014-09-04) abrégé page 3, ligne 6 - ligne 27 page 12, ligne 31 - page 15, ligne 23 -----	1-11
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 30 septembre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/10/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Stenger, Michael

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051810

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008024122 A1	31-01-2008	CN 101113911 A	30-01-2008
		EP 1882905 A1	30-01-2008
		FR 2904411 A1	01-02-2008
		JP 2008032720 A	14-02-2008
		KR 20080011136 A	31-01-2008
		US 2008024122 A1	31-01-2008
-----			
WO 2014131434 A1	04-09-2014	CN 104995486 A	21-10-2015
		EP 2962070 A1	06-01-2016
		US 2016011015 A1	14-01-2016
		WO 2014131434 A1	04-09-2014
-----			