

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
23 December 2004 (23.12.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/110793 A2

(51) International Patent Classification⁷: **B60C 23/00**

Martin d'Uriage (FR). JEANDEY, Christian [FR/FR]; 15, Chemin Fiancey, Le Muret, F-38120 Saint Egreve (FR).

(21) International Application Number:
PCT/EP2004/006332

(74) Agent: DEQUIRE, Philippe; M.F.P. Michelin, 23, place des Carmes Dechaux, SGD/LG/PI-F35-Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(22) International Filing Date: 11 June 2004 (11.06.2004)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
03/07234 16 June 2003 (16.06.2003) FR

(71) Applicant (for all designated States except CA, MX, US):
SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];
23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Applicant (for all designated States except US): **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH];
Route Louis-Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Pacot (CH).

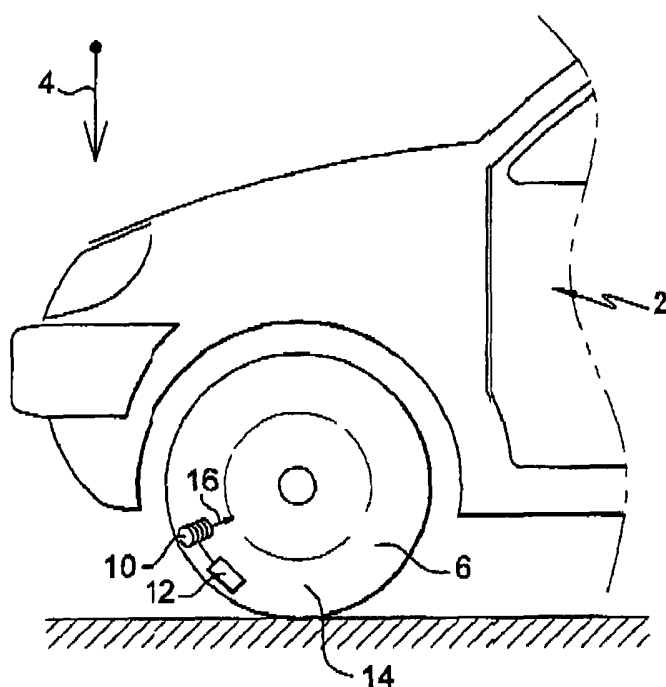
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **BERANGER, Marc** [FR/FR]; 280, Impasse Sansaret, F-38410 Saint

[Continued on next page]

(54) Title: DETECTION OF REVOLUTIONS OF A TYRE AND WHEEL ASSEMBLY BY MEANS OF THE EARTH MAGNETIC FIELD



(57) Abstract: The invention relates to stand-alone device mounted on a tyre (14) and wheel assembly for detecting the revolutions thereof comprising at least one signal emitting sensor (10) and an interpretative device connected thereto for interpreting the signals emitted thereby. Said sensor is embodied in the form of a passive transducer (10) whose signals are proportional to temporal variations of a magnetic flux which passes through said sensor and is rotationally connected to the tyre (14) in such a way that the revolutions of said assembly correspond to the sensor revolutions. An assembly (14) provided with the inventive stand-alone device and a method for detecting the revolutions thereof are also disclosed.



Published:

— without international search report and to be republished
upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

**Détection des révolutions d'un ensemble pneumatique et roue,
à l'aide du champ magnétique terrestre**

- 5 La présente invention concerne un dispositif destiné à être porté par un ensemble pneumatique et roue pour détecter des révolutions de celui-ci. Elle concerne également un pneumatique ou une roue portant un tel dispositif et un procédé de détection des révolutions d'un tel ensemble.
- 10 Un véhicule automobile comporte, en général un compteur kilométrique permettant de connaître la distance totale parcourue par ce véhicule. Ce compteur ne renseigne cependant pas sur la distance parcourue par chaque pneumatique du véhicule.

Par exemple, lorsqu'on change temporairement de pneumatiques (l'hiver lorsque l'on met des pneumatiques neige par exemple) ou lorsqu'on remplace de vieux pneumatiques usés, la distance affichée par le compteur kilométrique ne permet plus de connaître la distance réellement parcourue par les pneumatiques.

La seule indication concernant la distance parcourue par un pneumatique d'occasion était, jusqu'il y a quelques années, l'usure de sa bande de roulement.

Les manufacturiers de pneumatiques ont donc eu l'idée d'insérer un dispositif solidaire du pneumatique, à l'intérieur de celui-ci, et permettant de connaître la distance parcourue par ce pneumatique. De tels dispositifs existent déjà.

25 Parmi ces dispositifs, DE10117920 décrit un capteur de champ magnétique placé sur le pneumatique, qui produit un signal fonction de la position angulaire du pneumatique relativement à l'orientation du champ magnétique terrestre.

30 Les dispositifs existants présentent cependant une durée de vie limitée car ils consomment une quantité importante d'énergie et sont peu robustes aux vibrations.

- 2 -

L'invention a notamment pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un dispositif autonome destiné à être porté par un ensemble pneumatique et roue pour détecter ses révolutions, dispositif dont la durée de vie est au moins égale à celle de l'ensemble. Le dispositif selon l'invention est également plus simple, donc plus robuste.

5

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif autonome destiné à être porté par un ensemble pneumatique et roue pour détecter des révolutions dudit ensemble, comportant au moins un capteur produisant des signaux, destiné à être solidarisé en rotation avec l'ensemble, de manière qu'à des révolutions dudit ensemble correspondent des
10 révolutions dudit capteur, caractérisé en ce que le capteur est un capteur passif dont les signaux produits sont proportionnels aux variations temporelles d'un flux magnétique.

Le dispositif selon l'invention est dit autonome car il se suffit à lui-même : pour qu'il fonctionne correctement, il n'est pas nécessaire de placer un dispositif produisant un
15 champ magnétique sur le véhicule. Le dispositif de l'invention utilise le champ magnétique terrestre comme repère fixe dans lequel le pneumatique tourne. Ce dispositif pourrait donc même mesurer la distance parcourue par un pneumatique et/ou une roue seuls (c'est-à-dire reliés à aucun organe fixe).

20 Le capteur du dispositif est dit passif, car à la différence des capteurs de champ magnétique utilisés jusque là, il n'a pas besoin d'énergie pour fonctionner. Cela permet au dispositif de l'invention d'avoir une plus grande autonomie que les dispositifs existants.

25 De façon optionnelle, le capteur passif du dispositif selon l'invention peut être une simple boucle de fil conducteur. Une tension électrique se crée alors dans la boucle par induction lorsqu'elle est soumise à une variation temporelle d'un flux magnétique. Un avantage de cette bobine est sa grande robustesse. Contrairement aux capteurs magnétiques utilisés dans l'état de la technique, qui sont des capteurs complexes et
30 fragiles, une simple bobine de fil conducteur présente une grande résistance aux vibrations créées par le roulement sur la chaussée. Il est avantageux d'utiliser une bobine dont la surface équivalente est maximale et au moins supérieure à $0,15 \text{ m}^2$. Cela permet

d'obtenir une sensibilité suffisante du capteur compte tenu des valeurs usuelles du champ magnétique terrestre. Dans le cas contraire, le risque est de ne pas détecter toutes les rotations effectuées, notamment lorsque le véhicule roule à faible vitesse ou roule sous des latitudes proches de l'équateur.

5

Le dispositif selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Le dispositif peut être sensible aux variations temporelles du flux magnétique engendré par la rotation du capteur du dispositif dans le champ magnétique terrestre ;
- 10 - Le capteur du dispositif peut être destiné à être placé sur l'ensemble pneumatique et roue de telle façon que sa direction de sensibilité est orthogonale à l'axe de rotation dudit ensemble ;
- Le capteur du dispositif peut être destiné à être placé sur l'ensemble pneumatique et roue de telle façon que sa direction de sensibilité est orientée radialement par rapport
- 15 audit ensemble ;
- Le capteur peut comporter un noyau ferromagnétique finement divisé, soit en alliage de FeNi présentant une grande perméabilité, soit en ferrite douce ;
- Le capteur du dispositif peut être destiné à être placé à proximité des tringles du pneumatique (à quelques centimètres au plus) et a fortiori près de la jante de la roue ;
- 20 dans ce cas, pour profiter pleinement de l'aimantation induite par le champ magnétique terrestre, il est particulièrement avantageux que son axe de sensibilité soit orienté radialement (perpendiculaire) relativement à l'axe de rotation dudit ensemble ;
- Le dispositif peut comporter un interpréteur de signaux qui produit une impulsion chaque fois qu'il a détecté au moins un cycle des signaux produits par le capteur passif ;
- 25 - L'interpréteur du dispositif peut comporter un comparateur ;
- L'interpréteur du dispositif peut comporter des moyens de filtrage des signaux produits par le capteur ;
- L'interpréteur du dispositif peut comporter des moyens d'amplification de signaux ;
- Le dispositif peut comporter un moyen de comptage relié à l'interpréteur ;
- 30 - Le moyen de comptage du dispositif peut comporter un compteur qui, chaque fois qu'il a reçu un nombre prédéterminé d'impulsions de la part de l'interpréteur, transmet une

- 4 -

impulsion à un microcontrôleur comportant des moyens de stockage du nombre d'impulsions reçu du compteur ;

- Le dispositif peut comporter un dispositif de transmission vers l'extérieur de données caractéristiques du nombre d'impulsions stocké par le microcontrôleur ;

5 - Le dispositif peut comporter un système autonome d'alimentation électrique des circuits électroniques par exemple une pile électrochimique ;

- L'interpréteur du dispositif de l'invention peut additionner les signaux de plusieurs capteurs passifs portés par la circonférence de l'ensemble pneumatique et roue, après les avoir éventuellement remis en phase pour tenir compte de leur décalage angulaire

10 sur l'ensemble.

De préférence, la roue de l'ensemble pneumatique et roue équipé d'un dispositif selon l'invention comprend une jante en acier, on a en effet constaté qu'une telle jante en acier améliore sensiblement les performances du dispositif selon l'invention. Les tringles du pneumatique ou une pile du dispositif peuvent aussi être utilisées avantageusement pour

15 augmenter le signal.

L'invention a également pour objet un pneumatique muni d'un dispositif autonome destiné à détecter ses révolutions, ainsi qu'une roue munie d'un dispositif destiné à

20 détecter ses révolutions.

Elle a aussi pour objet un procédé pour détecter les révolutions d'un ensemble pneumatique et roue.

25 Ce procédé consiste à placer sur l'ensemble au moins deux capteurs produisant des signaux proportionnels aux variations temporelles d'un flux magnétique, à additionner ces signaux et à détecter les périodes du résultat de cette addition.

De manière avantageuse, avant d'additionner les signaux, on les remet en phase en

30 fonction de leurs positions angulaires relatives sur l'ensemble.

- 5 -

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, dans le cas d'un dispositif fixé à un pneumatique et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- La figure 1 est une vue du côté gauche d'un véhicule automobile dont le pneumatique avant gauche est muni d'un dispositif selon l'invention ;
- La figure 2 est une vue en perspective d'un pneumatique portant un dispositif selon l'invention ;
- La figure 3 est un schéma fonctionnel d'un dispositif selon l'invention ;
- La figure 4 est un schéma de la circonférence d'un pneumatique portant deux capteurs diamétralement opposés ;
- La figure 5a est un graphique représentant les signaux temporels produits par deux capteurs disposés selon la figure 4 ; et
- La figure 5b est un graphique représentant le signal temporel résultant du déphasage et de l'addition par le dispositif interpréteur des deux signaux de la figure 5a.

15

La figure 1 représente l'avant d'un véhicule automobile 2 soumis au champ magnétique terrestre 4 et dont le pneumatique de la roue avant gauche 6 est équipé d'un dispositif 8 selon l'invention.

- 20 Le dispositif représenté est composé d'un capteur 10 relié à un dispositif électronique 12, placé dans l'enveloppe d'un pneumatique 14. La direction de sensibilité 16 du capteur 10 est de préférence radiale de telle manière que lorsque le véhicule est en mouvement, la direction de sensibilité du capteur est en rotation par rapport à la direction fixe du champ magnétique terrestre.

25

La figure 2 représente un pneumatique 14 à l'intérieur duquel est placé un dispositif 8 selon l'invention. Ce dispositif, placé sur un des flancs intérieurs 18 du pneumatique 14, est composé d'un capteur 10, d'un interpréteur 20, d'un moyen de comptage 22 et d'un dispositif de transmission 24.

30

Dans un mode de réalisation particulier représenté sur la figure 2, le capteur 10 est une bobine de fil conducteur. La direction de sensibilité de la bobine, qui est la même que

- 6 -

celle de l'axe de la bobine, est orientée radialement par rapport au pneumatique 14. Cette bobine est passive et produit un signal proportionnel à la variation du flux magnétique qui la traverse selon la loi de Faraday-Lenz.

- 5 Le signal généré par la bobine est un signal périodique dont la fréquence est égale à la fréquence de rotation du pneumatique.

Le signal généré par la bobine est d'autant plus ample que les variations du flux magnétique traversant la bobine sont plus fortes et plus rapides : son amplitude dépend
10 donc aussi de la vitesse de rotation de la bobine. Dans un mode de réalisation particulier, on intègre le signal pour retrouver la valeur du champ et s'affranchir de l'effet vitesse.

La figure 3 est un schéma fonctionnel d'un mode de réalisation particulier d'un dispositif selon l'invention. Le dispositif 8 est composé d'un capteur 10, d'un amplificateur 26
15 permettant d'augmenter les signaux produits par le capteur si nécessaire, d'un filtre 28 permettant de supprimer les composantes fréquentielles parasites et de rejeter les sources de champ magnétiques alternatives extérieures parasites (par exemple le 50 Hz du réseau EDF), d'un comparateur qui génère un créneau à chaque tour du pneumatique. L'amplificateur 26, le filtre 28 et le comparateur 30 constituent un interpréteur de
20 signaux. Le dispositif comprend en outre un compteur à N bits 32 qui stocke le nombre de tours réalisés par le pneumatique et qui, lorsqu'il est rempli (tous les 2^N tours) réveille un microcontrôleur 34 qui incrémente sa mémoire de un par exemple. Le compteur 32 et le microcontrôleur 34 constituent un moyen de comptage. Enfin, le dispositif comporte un dispositif d'émission 36 permettant de transmettre vers l'extérieur des données
25 caractéristiques du nombre d'impulsions comptées par le microcontrôleur 34. Une pile 37 alimente en énergie électrique les circuits électroniques du dispositif.

La figure 4 représente un mode de réalisation de l'invention selon lequel deux capteurs C1 et C2 diamétralement opposés sont portés par la circonférence du pneumatique 14. B1
30 et B2 sont les directions de sensibilité des capteurs. Cette configuration permet d'améliorer le rapport signal sur bruit dans le cas où des sources magnétiques parasites

- 7 -

déforment les signaux produits par les capteurs de telle manière que l'amplification et le filtrage ne sont plus suffisants.

La figure 5a représente les deux signaux S1 et S2 produits par les deux capteurs du mode de réalisation précédent en présence d'une source magnétique parasite. Chaque fois qu'un capteur passe devant cette source, une perturbation du signal apparaît. Comme les deux capteurs sont diamétralement opposés, les deux signaux produits par le champ magnétique terrestre sont identiques en phase ou en opposition selon que les capteurs sont bobinés dans le même sens ou dans le sens contraire comme c'est le cas sur la figure 5a.

La figure 5b représente le signal obtenu après soustraction des deux signaux. On remarque alors que l'intensité du signal utile a été doublée et que le rapport signal à bruit a été multiplié par deux si l'on moyenne le signal sur plusieurs périodes.

Les modes de réalisation décrits ci-dessus n'ont été fournis qu'à titre d'exemples non limitatifs et pourront recevoir toutes modifications désirables sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif autonome destiné à être porté par un ensemble pneumatique et roue pour détecter des révolutions dudit ensemble, comportant au moins un capteur (10, C1, C2)
5 produisant des signaux, destiné à être solidarisé en rotation audit ensemble (14) de manière qu'à des révolutions dudit ensemble correspondent des révolutions dudit capteur, caractérisé en ce que le capteur (10) est un capteur passif dont les signaux produits sont proportionnels aux variations temporelles d'un flux magnétique.
- 10 2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le capteur (10) est une boucle de fil conducteur.
3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel le capteur (10) est une bobine de surface équivalente supérieure à $0,15 \text{ m}^2$.
- 15 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, sensible aux variations temporelles du flux magnétique engendré par la rotation dudit dispositif dans le champ magnétique terrestre (4).
- 20 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le capteur (10) est destiné à être placé sur ledit ensemble de telle façon que sa direction de sensibilité est orthogonale à l'axe de rotation dudit ensemble.
- 25 6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel le capteur (10) est destiné à être placé sur ledit ensemble de telle façon que sa direction de sensibilité est orientée radialement par rapport audit ensemble.
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel le capteur (10) est destiné à être placé à proximité des tringles du pneumatique.
- 30 8. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel le capteur (10) est destiné à être placé au niveau du sommet dudit pneumatique.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comportant un interpréteur (20, 26, 28, 30) qui produit une impulsion chaque fois qu'il a détecté au moins un cycle des signaux produits par le capteur passif (10).

5

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel l'interpréteur comporte un comparateur (30).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, dans lequel
10 l'interpréteur comporte des moyens de filtrage (28) des signaux produits par le capteur (10).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel l'interpréteur comporte des moyens d'amplification de signaux (26).

15

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, comportant un moyen de comptage (22, 32, 34) relié à l'interpréteur.

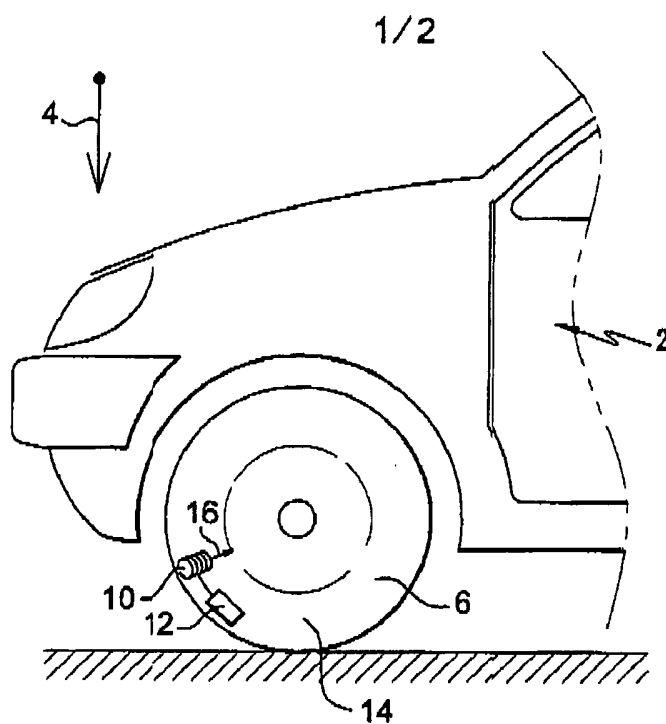
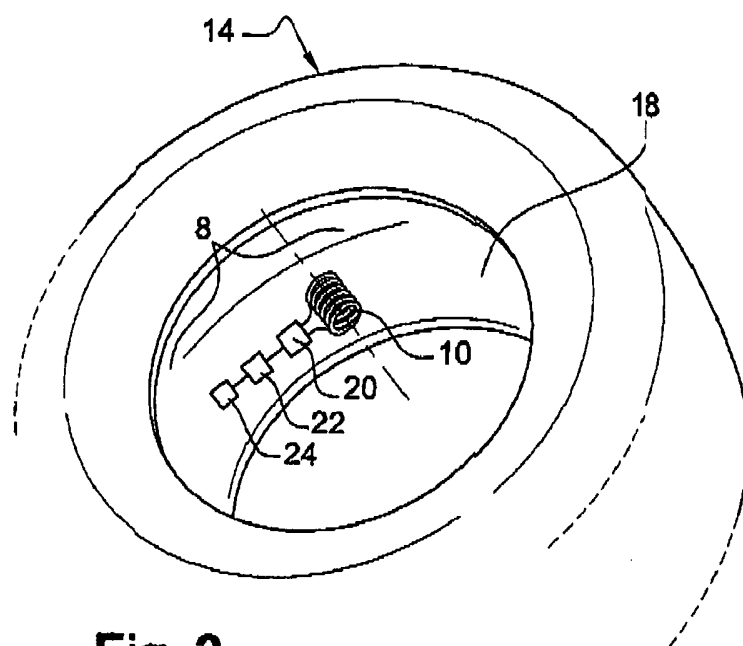
14. Dispositif selon la revendication 13, dans lequel le moyen de comptage est composé
20 d'un compteur (32) qui, chaque fois qu'il a reçu un nombre prédéterminé d'impulsions de la part de l'interpréteur, transmet une impulsion à un microcontrôleur (34) comportant des moyens de stockage du nombre d'impulsions reçu du compteur.

15. Dispositif selon la revendication 14, comportant un dispositif (36) de transmission
25 vers l'extérieur de données caractéristiques du nombre d'impulsions stocké par le microcontrôleur (34).

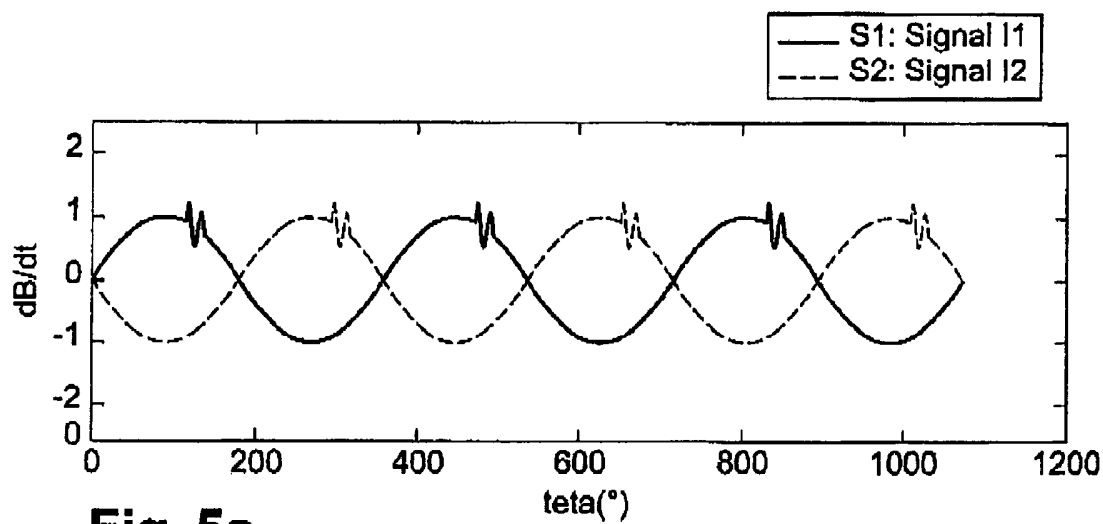
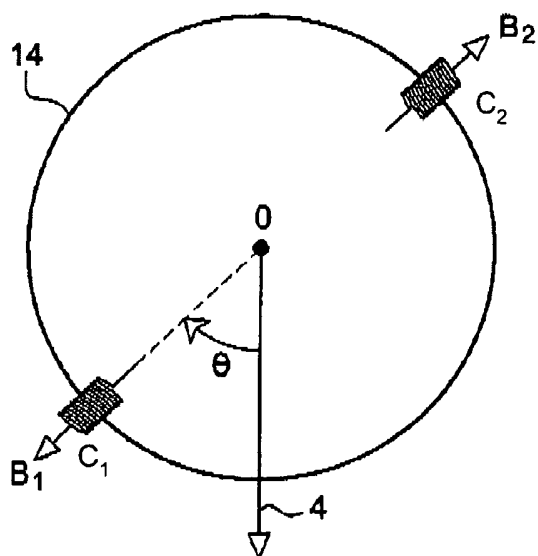
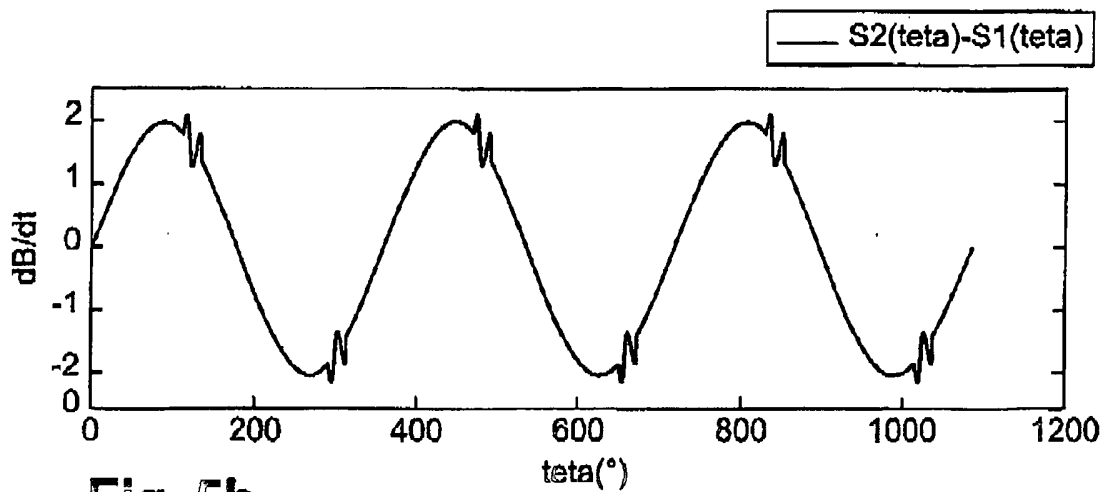
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, comportant plusieurs
30 capteurs passifs (C1, C2), destinés à être portés par la circonférence dudit ensemble, et un interpréteur apte à additionner les signaux produits par ces capteurs.

- 10 -

17. Dispositif selon la revendication 16, dans lequel l'interpréteur est apte à remettre en phase les signaux produits avant de les additionner.
18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, tel que l'ensemble pneumatique et roue dont il est équipé comprend une jante en acier.
19. Roue munie d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 18.
20. Roue selon la revendication 19, telle qu'elle est constituée en acier.
21. Pneumatique muni d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 18.
22. Procédé pour détecter les révolutions d'un ensemble pneumatique et roue, consistant à placer sur cet ensemble au moins deux capteurs (C1, C2) produisant des signaux proportionnels aux variations temporelles d'un flux magnétique, à remettre en phase les signaux, à additionner les signaux et à détecter les périodes du résultat de cette addition.

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3**

2 / 2

Fig. 4**Fig. 5a****Fig. 5b**