

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑰

N° 81 08569

⑤④ **Compas magnétique utilisant des cellules sensibles au champ magnétique.**

⑤① **Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 C 17/02.**

②② **Date de dépôt 29 avril 1981.**

③③ ③② ③① **Priorité revendiquée :**

④① **Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 5-11-1982.**

⑦① **Déposant : PRECILEC, société anonyme, résidant en France.**

⑦② **Invention de : François Verdickt, Alain Perrot et Jean Guillot.**

⑦③ **Titulaire : *Idem* ⑦①**

⑦④ **Mandataire : Cabinet Pierre Loyer,
18, rue de Mogador, 75009 Paris.**

L'invention concerne un compas magnétique utilisant des cellules sensibles au champ magnétique.

Il existe des compas magnétiques constitués notamment d'un aimant, ou d'un électro-aimant, qui se positionne dans le champ magnétique terrestre. L'inconvénient de ces compas est leur inertie et leurs frottements et, par voie de conséquence, la longueur de leur temps de réponse, leur précision et leur fiabilité.

Un but de la présente invention est de réaliser un compas magnétique dans lequel les inconvénients relatifs aux frottements sont pratiquement éliminés. Un autre but de l'invention est de fournir directement sous forme numérique une indication correspondant à un angle.

L'invention a pour objet un compas magnétique utilisant des cellules sensibles au champ magnétique, disposés dans des plans verticaux perpendiculaires, caractérisé en ce que deux cellules sont montées dans une orientation fixe par rapport au véhicule équipé du compas, et en ce que les axes des deux cellules sont dans un plan sensiblement horizontal.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- à chacune des cellules sont associés des enroulements parcourus par un courant approprié pour annuler la composante de champ magnétique perpendiculaire à la cellule ;

- les enroulements associés à une cellule sont montés à la sortie d'un amplificateur approprié alimenté par la cellule ;

- trois cellules sont montées avec leurs trois axes perpendiculaires, dans une structure cubique dont les faces sont perpendiculaires auxdits axes, sur lesdites faces sont disposés les enroulements de contre-réaction ;

- dans le cas de deux cellules, les signaux de sortie fournis par lesdites cellules sont appliqués à un convertisseur résolveur-numérique délivrant un signal numérique correspondant à la valeur de l'angle que fait la direction du véhicule avec la composante horizontale du champ magnétique ambiant ;

- le signal de sortie du convertisseur est appliqué à un convertisseur parallèle série pour faciliter la transmission.

- dans le cas de trois cellules, les signaux de sortie fournis par lesdites cellules sont appliqués à des convertisseurs analogiques-numériques donnant les composantes du champ magnétique ambiant par rapport à un référentiel lié au véhicule ,

- les cellules sensibles au champ magnétique sont des cellules à effet Hall, des magnétodiodes ou des magnétorésistances.

D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui suit faite avec référence au dessin annexé sur lequel on peut voir :

Figure 1, un schéma symbolique simplifié d'un circuit électronique relatif à un compas magnétique selon l'invention ;

Figure 2, un schéma symbolique du circuit électronique relatif à une cellule de Hall à bobine de compensation selon un mode de réalisation de l'invention ;

Figure 3, un schéma d'un mode de réalisation pratique d'un compas magnétique selon l'invention, dans le cas d'une disposition triaxiale des cellules de Hall.

Une cellule à effet Hall est constituée en général par une plaquette d'un matériau semi-conducteur de forme sensiblement carrée (figure 2). Entre deux côtés opposés de la cellule, on fait passer un courant I . Si un champ magnétique H est appliqué perpendiculairement au plan de la cellule, il apparaît entre les deux autres côtés opposés, une tension V dite tension de Hall, proportionnelle au produit HI . On appelle axe de la cellule l'axe perpendiculaire au plan de la cellule.

Le compas magnétique selon l'invention est constitué essentiellement de deux cellules à effet Hall dont les axes sont sensiblement orthogonaux. Ces deux cellules sont montées dans une orientation fixe par rapport au véhicule équipé du compas, définie comme l'axe de référence du compas.

Lorsque le plan passant par les axes des cellules est horizontal, la première cellule délivre une tension proportionnelle à $H \sin \theta$, et la deuxième une tension proportionnelle à $H \cos \theta$, H étant la composante horizontale du champ terrestre et θ l'angle que fait l'axe de référence du compas avec la direction horizontale du méridien magnétique.

Cet ensemble de deux cellules peut être monté dans une suspension à la cardan qui permet aux cellules de rester dans des plans verticaux quels que soient les mouvements de roulis et de tangage du véhicule équipé du compas.

Dans une variante de réalisation, l'ensemble des deux cellules peut être monté en combinaison avec une troisième cellule d'axe vertical,

et délivrant par conséquent une tension proportionnelle à la composante verticale du champ terrestre. Dans ce cas, l'ensemble des trois cellules peut être monté fixe sur le véhicule équipé du compas.

5 Dans les deux cas, un circuit électronique assure le traitement des signaux de tension délivrés par les cellules à effet Hall.

En se reportant au dessin, on peut voir (figure 1) un exemple de réalisation du compas magnétique à deux cellules seulement 1 et 2, disposées dans deux plans verticaux perpendiculaires. Ces deux cellules sont alimentées en courant par l'intermédiaire d'un 10 oscillateur 3, par exemple, qui fournit un signal de référence au circuit électronique de traitement 4. Dans l'exemple représenté, la cellule 1 délivre un signal proportionnel à $H \sin \theta$ et la cellule 2 un signal proportionnel à $H \cos \theta$. Ces deux signaux sont traités par un convertisseur statique 3 du type résolveur-numérique, par 15 exemple, qui délivre en sortie parallèle un signal numérique correspondant à la valeur de l'angle θ . Un convertisseur 5 parallèle-série, du type compteur par exemple, fournit un signal de sortie de type série, correspondant à la valeur de l'angle θ .

L'utilisation du convertisseur résolveur-numérique rend le 20 système pratiquement insensible aux variations de tension et de fréquence. De plus, si l'on prend la précaution de sélectionner les deux cellules à effet Hall avec le même coefficient de température, la précision du système est pratiquement indépendante des variations de température.

25 Si l'ensemble est monté dans une suspension à la cardan, les couples de frottement n'altèrent pratiquement pas la mesure puisqu'ils n'interviennent que sur le positionnement horizontal du plan des axes des deux cellules. Lorsque ce positionnement est assuré à quelques degrés près, l'erreur de mesure est pratiquement nulle.

30 Selon une variante de réalisation de l'invention, on associe à chaque cellule à effet Hall des enroulements qui, parcourus par des courants appropriés, tendent à annuler la composante de champ magnétique perpendiculaire aux cellules. Le circuit électronique correspondant à cette réalisation pour une cellule est représenté 35 figure 2.

La cellule 6 est supposée soumise à un champ magnétique ayant une composante perpendiculaire au plan de la cellule. Elle est alimentée par un courant I entre deux de ses côtés opposés et on recueille

la tension V entre ses deux autres côtés. Cette tension est appliquée à une entrée d'un amplificateur différentiel 7 qui alimente un ensemble de deux enroulement 8 et 9 par exemple, montés en série avec une résistance 10. Le point commun à l'enroulement 9 et à la résistance 10 est appliqué à la deuxième entrée de l'amplificateur 7. Le signal de sortie de l'ensemble est prélevé en 11 sur la résistance 10.

Les enroulements 8 et 9, constitués de préférence sous forme de bobine de Helmholtz, sont disposés de manière à produire, perpendiculairement au plan de la cellule 6 et dans toute son étendue, un champ magnétique pratiquement uniforme. Dans ces enroulements, le sens du courant et son intensité sont tels que le champ créé annule pratiquement la composante du champ ambiant perpendiculaire à la cellule.

La mesure du courant dans les enroulements 8 et 9, par l'intermédiaire de la sortie 11 sur la résistance 10 fournit, avec une approximation liée au gain de l'amplificateur, la valeur de la composante de champ perpendiculaire à la cellule. Si l'on applique les signaux de deux cellules d'axes horizontaux (comme dans le cas de la figure 1) à un convertisseur 4 résolveur-numérique, on peut en déduire une valeur d'angle.

La cellule 6 peut être alimentée en courant continu et dans ce cas l'amplificateur 7 de rétroaction est à liaisons directes et sa bande passante comprend nécessairement le continu. Elle peut être alimentée en courant périodique alternatif, de forme quelconque, et dans ce cas, une détection synchrone suivie d'un filtrage doit être incorporée dans le circuit de manière à reconstituer dans les bobines un courant continu de signe approprié à la rétroaction.

On peut disposer des ensembles comme celui de la figure 2, en liaison avec deux ou trois cellules d'axes perpendiculaires, de manière à mesurer les valeurs des composantes du champ magnétique dans deux ou trois directions perpendiculaires, respectivement.

Pour éviter tout couplage entre les voies de mesure ainsi constituées, il convient de maintenir orthogonales les directions des champs produits par les enroulements de rétroaction. Les systèmes utiles se réduisent donc, en dehors du système unidirectionnel de la figure 2, à un système de deux axes orthogonaux et à un système à trois axes orthogonaux comme celui de la figure 3.

Sur cette figure, on utilise un support de forme cubique 12 sur les faces duquel sont prévues des excroissances cylindriques 13, 14, 15, 16 par exemple. Sur ces excroissances sont placés les

enroulements, tels que 8 et 9 respectivement sur les excroissances opposées 15 et 16. Chacune des faces du cube est perpendiculaire à un axe X, Y ou Z.

5 Les trois cellules de Hall correspondant aux trois paires d'enroulements sont disposées au voisinage du centre du cube, leurs plans étant respectivement perpendiculaires aux axes de coordonnées correspondants X, Y ou Z.

10 Le support cubique est fixé rigidement sur la structure du véhicule aérien ou sous-marin et un circuit électronique de traitement des signaux peut définir par exemple le cap et l'angle de site du véhicule par rapport à la direction du champ magnétique terrestre.

15 Les modes de réalisation décrits utilisent des cellules à effet Hall. On peut utiliser d'autres éléments semi-conducteurs sensibles au champ magnétique et notamment des magnétodiodes ou des magnétorésistances par exemple.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Compas magnétique utilisant des cellules sensibles au champ magnétique disposées dans des plans verticaux perpendiculaires, caractérisé en ce que deux cellules sont montées dans une orientation fixe par rapport au véhicule équipé du compas, et en ce que les axes des deux cellules sont dans un plan sensiblement horizontal.

2. Compas magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à chacune des cellules sont associés des enroulements parcourus par un courant approprié pour annuler la composante de champ magnétique perpendiculaire à la cellule.

3. Compas magnétique selon la revendication 2, caractérisé en ce que les enroulements (8, 9) associés à une cellule (6) sont montés à la sortie d'un amplificateur (7) alimenté par la cellule.

4. Compas magnétique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que trois cellules sont montées avec leurs trois axes perpendiculaires, dans une structure cubique (12) dont les faces sont perpendiculaires auxdits axes, sur lesdites faces sont disposés les enroulements de contre réaction.

5. Compas magnétique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la structure cubique est fixe par rapport au véhicule équipé du compas.

6. Compas magnétique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que dans le cas de deux cellules, les signaux de sortie fournis par lesdites cellules sont appliqués à un convertisseur résolveur-numérique (4) délivrant un signal numérique correspondant à la valeur de l'angle que fait la direction du véhicule avec la composante horizontale du champ magnétique ambiant.

7. Compas magnétique selon la revendication 6, caractérisé en ce que le signal de sortie du convertisseur (4) est appliqué à un convertisseur parallèle série (5).

8. Compas magnétique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que dans le cas de trois cellules, les signaux de sortie fournis par lesdites cellules sont appliqués à des convertisseurs analogiques-numériques donnant les composantes du champ magnétique ambiant par rapport à un référentiel lié au véhicule.

9. Compas magnétique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les cellules sensibles au champ magnétique sont des cellules à effet Hall, des magnétodiodes ou des magnétorésistances.

1/1

Fig:1

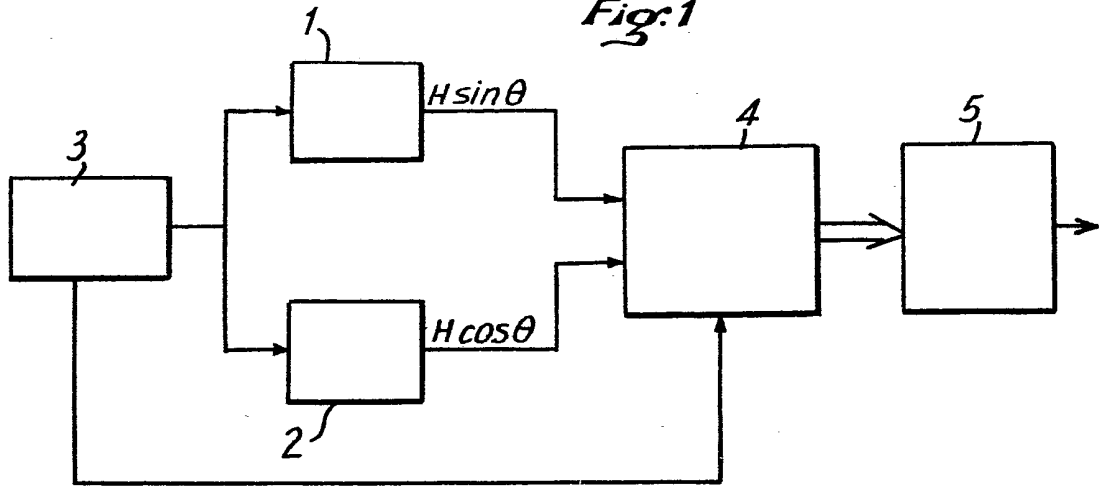


Fig:2

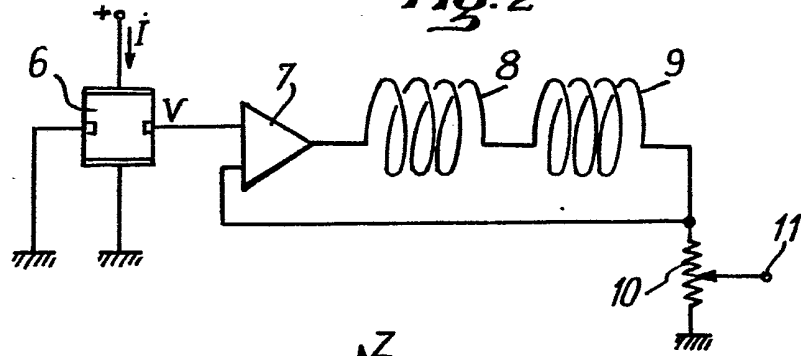


Fig:3

