

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 07430**

---

⑤④ Dispositif et procédé de commande et de contrôle permettant de réduire la dérive des gyroscopes.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 01 C 19/02, 19/30.

⑫② Date de dépôt..... 14 avril 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *Etats-Unis, 1<sup>er</sup> mai 1980, n° 145.517.*

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 45 du 6-11-1981.

---

⑦① Déposant : THE SINGER COMPANY, société de droit américain, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Allen R. Taylor.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Lerner-Sabatier,  
5, rue Jules-Lefebvre, 75009 Paris.

La présente invention se rapporte à des dispositifs de commande et de contrôle gyroscopiques et plus particulièrement à un dispositif permettant de réduire la dérive des gyroscopes ou "gyros".

5 On a déterminé que la dérive, jour après jour, des gyroscopes classiques provient en partie de deux sources différentes génératrices d'une telle dérive, à savoir :

1° - Une force magnétique en relation avec la phase qui existe entre un élément stable du gyroscope (rotor) et le champ  
10 d'excitation en rotation d'un moteur d'entraînement du gyroscope ;

2° - La communication de vibrations entre deux gyroscopes proches.

La dérive d'un gyroscope change, compte tenu de ces sources  
15 d'induction du phénomène, chaque fois qu'on démarre un gyroscope. La raison pour laquelle la dérive change est due au fait que lorsque le moteur d'entraînement du gyroscope est en synchronisme avec le champ tournant de la tension d'excitation du moteur  
20 d'entraînement, les pôles magnétiques sont décalés dans la bague d'hystérésis du moteur du gyroscope entraîné. La position angulaire de ces pôles est positionnée sur le rotor du moteur tout à fait au hasard, ce qui fait qu'il s'établit une position en rotation entre la roue tournante synchrone du gyroscope (élément  
25 stable) et le champ d'excitation du moteur d'entraînement en rotation qui change chaque fois que le gyroscope est mis en marche. Dans le passé, des dispositifs élaborés de contrôle et de commande des gyroscopes ont été imaginés de façon à mesurer la dérive journalière. Cependant, la présente invention montre que  
30 si certaines relations de phase peuvent être établies entre le moteur d'entraînement et le rotor du gyroscope au moment du démarrage, la dérive gyroscopique journalière due aux sources susmentionnées peut être réduite beaucoup plus simplement et économiquement.

La présente invention se rapporte à un dispositif gyroscopique  
35 autophasé qui assure la détection de la relation existant entre la phase d'un signal de sortie du gyroscope (lequel constitue une indication de la position du rotor du gyroscope) et l'excitation du moteur du gyroscope. Après détection de cette relation de phase, le dispositif assure des moyens pour suppri-

mer les pôles magnétiques établis par le rotor du moteur et modifier les positions des pôles de façon à établir une relation de phase déterminée entre le champ tournant du moteur et le rotor du gyroscope. Le dispositif réétablit cette relation chaque fois que le gyroscope est mis en route. Lorsque ceci est effectué lors de chaque démarrage, la relation rotationnelle existant entre le rotor tournant du gyroscope et le champ d'excitation tournant du moteur d'entraînement sera toujours la même et la dérive due à la faible force existant entre le champ tournant et les aimants coupleurs du rotor, que l'on trouve normalement dans le rotor du gyroscope sera la même. En outre, lorsque chaque rotor de deux gyroscopes situés à proximité établit une relation déterminée entre l'excitation appliquée d'un moteur d'entraînement respectif et le rotor du gyroscope correspondant, et si les deux gyroscopes sont excités à partir de la même source de fréquence, la dérive induite par les phénomènes de vibration sera toujours la même et ne variera donc pas jour après jour.

Les objets et avantages susmentionnés de l'invention apparaîtront plus clairement à l'aide de la description qui va suivre faite en référence aux dessins annexés dans lesquels la figure unique est un diagramme montrant schématiquement un mode de mise en oeuvre du dispositif gyroscopique autophase conforme à l'invention.

En faisant référence au dessin, on a illustré sous forme de rectangles un certain nombre des composants du dispositif. Chacun des rectangles illustrés constitue des circuits classiques et connus. Cependant, c'est la combinaison de ces composants dans une configuration unique et leur fonctionnement qui constituent l'invention. Un détecteur ou capteur classique de gyroscope engendre un signal de la manière habituelle. Les gyroscopes classiques pouvant être utilisés dans le dispositif de l'invention sont mis au point de façon à produire une modulation d'amplitude du rotor du gyroscope suffisante pour permettre de séparer la fréquence du rotor des autres composants de fréquence présents dans le signal provenant du capteur. Des exemples de capteurs pouvant être utilisés selon la présente invention comprennent un détecteur magnétique qui détecte le moment où un certain point de référence porté sur le rotor du gyroscope passe devant un point de référence marqué sur le boîtier du gyroscope.

En variante, un capteur optique utilisé pour détecter la rotation du rotor du gyroscope peut être employé. Le signal provenant du capteur 10 est appliqué à un amplificateur 12 dont le signal de sortie est conditionné par un filtre 13. Le signal de sortie provenant du filtre 13 est un signal sinusoïdal ayant une fréquence égale à la fréquence de rotation du rotor 8 du gyroscope. Le signal filtré est amené à l'entrée d'un limiteur 14 qui découpe le signal sinusoïdal de façon à engendrer un signal correspondant rectangulaire d'amplitude constante assurant ainsi une première entrée vers le détecteur de phase 16. Le détecteur de phase 16 détermine la différence de phase entre le signal provenant du détecteur 10 et une dérivée du signal d'excitation du moteur du gyroscope comme il sera décrit maintenant.

Une source 18 de fréquence fournit un signal sinusoïdal, typiquement de l'ordre de 1,6 kHz qui subit une conversion vers un signal à quatre voies et à deux phases par utilisation de bascules bistables 20.

L'un des fils 21 provenant de la sortie à quatre voies des bascules bistables 20 fournit un signal d'entrée à un circuit diviseur 22. Un signal de référence de phase est ainsi obtenu en divisant la fréquence d'excitation du gyroscope, sur le fil 21, d'un facteur, typiquement 2, et un comparateur 24 assure une amplitude constante pour le signal divisé et fournit la référence d'entrée (seconde entrée) au détecteur de phase 16. Le signal de sortie du détecteur de phase 16 est transformé après passage dans le filtre 26, de sorte qu'un signal en courant continu est reçu représentant la différence de phase entre la fréquence d'excitation abaissée et le signal de modulation de la fréquence du rotor du gyroscope. C'est ce signal en courant continu reçu à la sortie du filtre 26 qui représente la différence de position en rotation entre le champ tournant d'excitation du moteur du gyroscope et un point déterminé fixe porté par le moteur du gyroscope.

Une première entrée du comparateur 28 est reliée à la sortie du filtre 26. Le comparateur lui-même est composé d'un circuit classique de détection de niveau également connu tel qu'un comparateur à fenêtre qui détermine si le signal filtré provenant du détecteur de phase 16 est dans une fourchette de phase particulière déterminée (dans la fenêtre) correspondant à la

différence de position en rotation désirée entre le champ d'excitation tournant du moteur du gyroscope et un point fixé sur le rotor du gyroscope. Le comparateur 28 a sa sortie 29 connectée à une première entrée d'une porte ET 30, dont la sortie 32 est  
5 reliée à un générateur d'impulsions 34 qui commande l'alimentation d'un moteur d'entraînement 56 du gyroscope comme il sera indiqué plus en détail ci-après. Une seconde entrée 36 du comparateur 28 de phase à fenêtre est constitué par la sortie de l'interrupteur 40. L'entrée 42 de l'interrupteur 40 est reliée  
10 en parallèle avec la sortie du filtre 26. L'interrupteur se ferme peu après la mise en route du gyroscope, lorsque le rotor 8 du gyroscope s'établit à la relation de phase prédéterminée avec l'excitation du moteur du gyroscope. L'interrupteur 40 est constitué d'un amplificateur opérationnel et fonctionne comme un circuit d'hystérésis classique conçu pour alimenter le comparateur  
15 28 chaque fois que le signal de sortie du détecteur de phase 16 est négatif. Le comparateur 28 est ouvert par l'interrupteur 40 lorsque le signal de sortie provenant du détecteur de phase 16 approche l'intervalle où la fourchette de phase (entre dans la  
20 fenêtre) en provenance d'une direction positive. L'interrupteur 40 est nécessaire seulement lorsque deux gyroscopes sont disposés à proximité l'un de l'autre et interfèrent et qu'il est alors nécessaire d'éliminer l'ambiguïté de position de 180 degrés qui résulte du fait que la fréquence d'excitation du moteur  
25 est double de celle de rotation du moteur.

Une seconde entrée est appliquée à la porte ET 30 par la ligne 44 qui transporte le signal de sortie provenant d'un diviseur 45. Le diviseur a son entrée connectée à la source d'alimentation 18 et sert à établir un intervalle d'horloge pour le  
30 générateur d'impulsions 34 via la porte ET 30. De façon typique, la sortie du diviseur 45 peut être un signal d'une impulsion par seconde. Le signal de sortie provenant de la porte ET 30 est un signal logique lorsque le signal de sortie filtré provenant du détecteur de phase 16 est en dehors de l'intervalle prédéterminé (en  
35 dehors de la fenêtre) du comparateur 28. Dans un exemple typique de représentation de l'invention, la fenêtre est choisie avec un seuil supérieur à  $+5^\circ$  et le seuil inférieur est situé à  $-5^\circ$ . Aussi longtemps que la phase du signal du rotor et de l'excitation du moteur abaissée donnent un signal de sortie du détec-

teur de phase qui est en dehors de cette limite  $\pm 5^\circ$ , une impulsion de déclenchement est appliquée au générateur d'impulsions 34 à la vitesse approximative d'une impulsion par seconde en provenance du diviseur 45. Le générateur d'impulsion 34 engendre  
5 alors une impulsion négative de largeur contrôlée à sa sortie 46, impulsion qui est appliquée à l'entrée de commande d'un circuit 48 à quatre portes qui peut être constitué à partir de plaquettes classiques à circuits intégrés telles que la plaquette standard 54LS00. Un signal de sortie établi le long des lignes 50  
10 provenant du circuit à quatre portes 48 supprime l'excitation du moteur 56 pour la période d'impulsion provenant du générateur 34. La largeur d'impulsion mentionnée est choisie de façon à permettre au rotor du moteur 56 de glisser légèrement en arrière par rapport au champ d'excitation du moteur d'entraînement avant  
15 que l'excitation ne soit réappliquée. Cette application de l'excitation établit de nouveaux pôles magnétiques dans le rotor du moteur. De façon typique, la quantité de glissement du rotor du moteur pour chaque impulsion est de huit degrés.

Un inverseur 60 de signal est relié à son entrée 58 au signal de sortie 46 provenant du générateur 34, et l'inverseur  
20 applique une impulsion positive à sa sortie à la base de quatre transistors 62NPN à commande unique, ce qui produit une charge électrique à deux phases, à quatre voies via les collecteurs des transistors 66, 68, 70 et 72 sur le moteur 56 du gyroscope,  
25 qui agit comme un générateur électrique durant le temps où l'excitation est supprimée. Les transistors ont leurs émetteurs mis à la masse en 64. En d'autres termes, on réalise un freinage dynamique du moteur du gyroscope 56 pendant ce temps, ce qui assiste les forces de frottement agissant sur le moteur 56 du  
30 gyroscope pour induire un glissement du moteur pendant le temps où l'excitation est supprimée.

Conformément à l'invention, lorsqu'on démarre le moteur 56 du gyroscope, il se synchronise selon une phase quelconque arbitraire ; on le fait alors glisser par petits incréments, tels  
35 par exemple que des incréments typiques mentionnés de huit degrés, jusqu'à ce que le signal provenant du détecteur de phase 16 pénètre dans l'intervalle de la fenêtre du comparateur 28 en provenant d'une direction positive. Lorsque le niveau de sortie du détecteur de phase 16 est à l'intérieur de la fenêtre telle

que mentionnée de  $\pm 5^\circ$ , le signal de sortie du comparateur 28 tombe à un niveau logique bas et le générateur d'impulsions 34 n'envoie plus d'impulsion de sortie. Les circuits 48 à quatre portes qui passent les signaux à quatre voies, deux phases 5 provenant des lignes 50 vers les lignes 52 restent en fonctionnement, et l'amplificateur de puissance 54 surélève le courant provenant du circuit de porte 48 appliqué au moteur 56 du gyroscope. Le moteur 56 est maintenant verrouillé avec la relation de phase qui a été établie entre le rotor 8 et le champ d'excitation 10 tournant du moteur 56.

Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation illustrés et décrits qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple, l'invention comprenant tous les équivalents techniques et moyens décrits ainsi que leurs combinaisons 15 si celles-ci sont réalisées et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif permettant de réduire la dérive de gyroscopes en positionnant un point de référence du rotor d'un gyroscope dans une relation de phase prédéterminée, fixée par rapport au champ d'excitation d'un moteur d'entraînement du gyroscope, le-  
5 dit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en combinaison :

- des premiers moyens 10 permettant de déterminer la phase d'un point de référence du rotor du gyroscope,

10 - des seconds moyens 20, 21, 22, 24 permettant de déterminer la phase du champ d'excitation qui alimente le moteur d'entraînement du gyroscope,

- des moyens 16 reliés en circuit avec les signaux de sortie desdits premiers et seconds moyens de détection de phase pour détecter la différence de phase entre le point de référence  
15 du rotor et le champ d'excitation du moteur,

- des moyens 34 reliés en circuit pour recevoir le signal de sortie provenant desdits moyens de détection 16, permettant d'engendrer un signal d'impulsion de commande de largeur prédéterminée pendant que le moteur est excité, et

20 - des premiers moyens de porte 48 ayant une première entrée reliée à une source 18, 20 d'excitation du moteur et une seconde entrée reliée à la sortie desdits moyens générateurs d'impulsions 34, lesdits moyens de porte supprimant l'excitation du moteur à partir de la source 18 pour des intervalles choisis  
25 à l'avance, déterminés par le signal d'impulsion de commande permettant ainsi de faire glisser le moteur par incréments jusqu'à ce que la différence de phase détectée soit à l'intérieur d'une valeur fixée prédéterminée.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce  
30 qu'il comprend des moyens 62 reliés au moteur du gyroscope pour lui appliquer une charge électrique lorsque l'excitation du moteur est supprimée par incréments, induisant un retard dans la rotation du moteur du gyroscope et accélérant le glissement pendant les intervalles de temps où l'excitation est supprimée.

35 3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens 10 prévus pour déterminer la phase du point de référence comprennent des moyens détecteurs

montés sur le rotor du gyroscope.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les seconds moyens de détection de phase précités comprennent des bascules bistables 20 permettant de  
5 convertir un signal d'alimentation de puissance sinusoïdal appliqué à l'entrée de ces bascules en un signal d'impulsion.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens 16 permettant de détecter une  
10 différence de phase entre le point de référence du rotor et le champ d'excitation du moteur comprennent un détecteur de phase dont les entrées sont respectivement connectées aux premiers 10  
et seconds 20, 21, 22, 24 moyens de détection de phase, la sortie du détecteur de phase 16 engendrant un signal en courant  
continu dont l'amplitude correspond à la différence de phase.

15 6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un comparateur 28 dont l'entrée est reliée avec la sortie du détecteur de phase 16 de façon à  
produire un signal qui corresponde à l'apparition d'une différence de phase de valeur comprise dans un intervalle prédéterminé.  
20 né.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens précités qui engendrent les impulsions de commande comprennent :

- des moyens 45 permettant de transformer un signal provenant de la source d'alimentation 18 en un signal d'horloge à  
25 fréquence divisée,

- des seconds moyens de porte 30 ayant une première entrée reliée au signal d'horloge et une seconde entrée reliée au signal de sortie provenant du comparateur 28, et

30 - un générateur d'impulsions 34 dont l'entrée est reliée à la sortie desdits seconds moyens de porte 30 pour engendrer une impulsion de largeur contrôlée durant l'intervalle de temps prédéterminé.

8. Dispositif selon la revendication 6 ou la revendication  
35 7, caractérisé en ce que lesdits moyens 48 qui suppriment la puissance délivrée par les moyens générateurs du champ d'excitation du moteur du gyroscope et qui sont montés entre ces moyens et le moteur du gyroscope ont leur entrée reliée à la sortie 46

udit comparateur 28 pour supprimer la puissance d'alimentation appliquée au moteur lorsque la différence de phase détectée par ledit comparateur tombe en dehors de l'intervalle prédéterminé choisi, provoquant le glissement du moteur jusqu'à ce que la  
5 différence de phase détectée tombe dans ledit intervalle.

9. Procédé permettant de contrôler et commander la dérive d'un gyroscope dont le rotor est entraîné par un moteur, ledit procédé étant caractérisé en ce que l'on effectue les opérations suivantes :

- 10 - on détermine la phase d'un point de référence du rotor du gyroscope,
  - on détermine la phase du champ d'excitation du moteur,
  - on mesure la différence entre lesdites phases déterminées,
- 15 - on arrête l'excitation du moteur lorsque la différence de phase tombe en dehors d'un intervalle fixé prédéterminé, permettant ainsi au moteur de glisser, et
  - on recommence à exciter le moteur lorsque la différence de phase tombe dans l'intervalle prédéterminé, fixé.
- 20 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on applique en outre une charge électrique au moteur lorsque l'excitation du moteur est coupée, augmentant ainsi l'importance du glissement en freinant la rotation du moteur.

