

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 531 208

(21) N° d'enregistrement national :

82 13189

(51) Int Cl<sup>3</sup> : G 01 C 21/10; E 21 B 47/024.

(12)

## DEMANDE DE CERTIFICAT D'ADDITION À UN BREVET D'INVENTION

A2

(22) Date de dépôt : 28 juillet 1982.

(30) Priorité

(71) Demandeur(s) : SOCIETE D'APPLICATIONS GENERALES D'ELECTRICITE ET DE MECANIQUE SAGEM, société anonyme. — FR.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 3 février 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés : 1<sup>re</sup> addition au brevet 81 17692 pris le 18 septembre 1981.

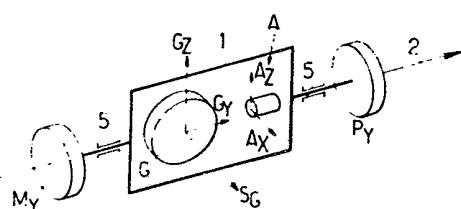
(72) Inventeur(s) : Jacques Barriac.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Plasseraud.

(54) Perfectionnements apportés aux installations gyroscopiques de navigation.

(57) L'installation comporte un cardan unique 1 monté tourillonnant sur le véhicule autour de l'axe longitudinal 2 de ce véhicule. Ce cardan comporte un gyroscope à deux axes de sensibilité G et un bloc accélérométrique asservi A, également à deux axes de sensibilité. Les deux détecteurs de position en azimut du gyroscope G asservissent le moteur couple de précession en azimut de ce gyroscope et donnent une mesure gyrométrique. Les deux détecteurs de position en roulis du gyroscope G asservissent le moteur d'asservissement en roulis M<sub>Y</sub> du cardan 1.



FR 2 531 208 - A2

Perfectionnements apportés aux installations gyroscopiques de navigation

Le présent certificat d'addition a pour but de perfectionner certaines dispositions faisant l'objet de la demande de brevet principal n° 81 17692 déposée le 18 septembre 1981, et qui avait pour but des installations gyroscopiques de navigation permettant de connaître les paramètres caractérisant la trajectoire d'un véhicule.

Parmi les dispositions de cette demande de brevet, 10 l'une d'elles visait plus particulièrement les installations gyroscopiques de navigation pour un véhicule soumis à une dynamique de tangage quasi-nulle, et une vitesse linéaire quasi-constante.

C'est cette disposition que le présent certificat d'addition se propose de perfectionner, en y rajoutant 15 des variantes de réalisation.

Selon la présente invention, l'installation comporte - un cardan monté tourillonnant sur le véhicule autour de l'axe longitudinal du véhicule,

- un gyroscope à deux axes de sensibilité monté sur ce cardan, de sorte que l'un de ses deux axes de sensibilité (axe de sensibilité en azimut) soit orthogonal à l'axe longitudinal du véhicule, l'autre axe de sensibilité de ce gyroscope (axe de sensibilité en roulis) étant parallèle à l'axe longitudinal du véhicule, et 20 de sorte que l'axe de rotation de sa toupie soit maintenu dans un plan horizontal,

- et un bloc accélérométrique asservi à au moins deux axes de sensibilité monté sur ce cardan, de sorte que, pour deux d'entre eux, l'un de ses deux axes (axe de sensibilité en azimut) soit parallèle à l'axe de sensibilité en azimut du gyroscope, et que l'autre 25 axe de sensibilité (axe de sensibilité en roulis) soit parallèle à l'axe de rotation du gyroscope.

Ceci étant, ces éléments coopèrent entre eux de 35 la façon suivante :

- 2 -

- les détecteurs de position en azimut du gyroscope asservissent le moteur couple de précession en azimut du gyroscope et donnent une indication qui est exploitée pour obtenir les paramètres d'azimut 5 caractérisant la trajectoire du véhicule (vitesse angulaire  $\Omega_z$ ) ;
  - les détecteurs de position en roulis du gyroscope asservissent le moteur d'asservissement en roulis du cardan ; celui-ci entraîne le stator d'un détecteur 10 angulaire de position en roulis ;
  - le signal d'inclinaison en roulis  $SA_x$  de l'accéléromètre est utilisé pour niveler, par précession, l'axe de rotation du gyroscope (ce qui provoque une rotation lente du cardan autour de l'axe de sensibilité en roulis du gyroscope), 15
  - et le signal d'inclinaison  $SA_z$  de l'accéléromètre (signal qui, à court terme, présente un bruit) indique, à long terme (s'il est filtré), le tangage du véhicule, ou la pente de la trajectoire suivie.
- 20 Suivant une variante de cette disposition, le bloc accélémétrique asservi comporte trois axes de sensibilité, à savoir :
- un axe de sensibilité parallèle à l'axe de sensibilité en azimut du gyroscope,
  - un axe de sensibilité en roulis parallèle à l'axe de rotation du gyroscope,
  - et un axe de sensibilité en tangage parallèle à l'axe longitudinal du véhicule,
- ce, grâce à quoi, il est possible d'effectuer une 30 bonne mesure de la pente, même si l'on décrit une trajectoire quasi-horizontale (ce qui apporte un perfectionnement à la disposition ci-dessus qui ne permettait pas une telle mesure).

Dans ces conditions, le signal d'inclinaison 35 en tangage  $SA_y$  de l'accéléromètre indique en plus, à long terme, le tangage du véhicule.

Il convient également de signaler que, lorsque l'axe longitudinal du véhicule est quasi-vertical

- 3 -

et le véhicule stoppé et verrouillé, l'installation se comporte alors, grâce à la disposition des axes de sensibilité du gyroscope et du bloc accélérométrique, comme une installation de recherche du Nord à composants liés (possibilité d'amener l'axe de sensibilité du gyroscope au voisinage de la ligne Est-Ouest, ce qui donne une bonne mesure de l'inclinaison de l'axe de rotation du gyroscope et de son axe de sensibilité en roulis, mesure nécessaire à des corrections de projection du vecteur rotation terrestre sur l'axe de sensibilité en roulis du gyroscope).

L'invention, selon le présent certificat d'addition, s'applique donc plus particulièrement dans le cas des installations gyroscopiques de navigation de véhicules du genre des sondes d'exploration de forages souterrains ou sous-marins tels que forages pétroliers.

L'invention sera mieux comprise à l'aide du complément de description qui suit ainsi que des dessins ci-annexés, lesquels complément et dessins sont relatifs à un mode de réalisation préféré de l'invention et ne comportent, bien entendu, aucun caractère limitatif.

La fig. 1, de ces dessins, illustre le schéma d'un forage dans lequel une sonde d'exploration peut être descendue en vue de connaître les caractéristiques géométriques de ce forage.

La fig. 2 est une vue schématique en perspective montrant les éléments constitutifs de l'installation selon l'invention.

La fig. 3 est une vue schématique en perspective montrant les éléments constitutifs de l'installation selon une variante de l'invention.

Les fig. 4 et 5 sont respectivement deux schémas montrant la façon dont coopèrent entre eux les éléments constitutifs de l'installation représentée aux fig. 2 et 3.

- 4 -

Sur la fig. 1, on a représenté le schéma d'un forage partant d'un point I situé en surface, suivant tout d'abord, sur une portion I - II, un trajet rectiligne vertical, puis, sur une portion II - III, un 5 trajet incurvé, et, enfin, sur une portion III - IV, un trajet rectiligne ou légèrement incurvé dont l'inclinaison, par rapport à la verticale, peut atteindre 75° et même plus (ce trajet pouvant même à la limite être horizontal). Dans la portion III - IV, le principe 10 de navigation en azimut fonctionne comme décrit dans la demande de brevet principal.

Selon l'invention, l'installation comporte (fig. 2 et 3) :

- un cardan unique 1 monté tourillonnant, par l'intermédiaire de paliers 5, sur le véhicule autour de l'axe longitudinal 2 du véhicule, ledit cardan 1 étant solidaire d'un moteur d'asservissement en roulis  $M_y$  et d'un détecteur angulaire de position en roulis  $P_y$ ,
- un gyroscope à deux axes de sensibilité  $G$  monté sur ce 20 cardan 1, de sorte que l'un de ses deux axes de sensibilité (axe de sensibilité en azimut  $G_z$ ) soit orthogonal à l'axe 2 du véhicule, l'autre axe de sensibilité (axe de sensibilité en roulis  $G_y$ ) étant parallèle à l'axe longitudinal 2 du véhicule, et de sorte que l'axe de 25 rotation  $S_G$  de sa toupie soit maintenu dans un plan horizontal,
- et un bloc accélérométrique asservi A à au moins deux axes de sensibilité monté sur ce cardan 1, de sorte que l'un de ses deux axes (axe de sensibilité 30 en azimut  $A_z$ ) soit parallèle à l'axe de sensibilité en azimut  $G_z$  du gyroscope  $G$ , et l'autre axe de sensibilité (axe de sensibilité en roulis  $A_x$ ) soit parallèle à l'axe de rotation  $S_G$  du gyroscope  $G$ .

Sur la fig. 4, on a montré deux fois le gyroscope 35  $G$ , dans deux coupes effectuées respectivement perpendiculairement à son axe de sensibilité en azimut  $G_z$  et perpendiculairement à son axe de sensibilité en roulis  $G_y$ .

- 5 -

Ce gyroscope G comporte une toupie 7 portée par un arbre 8 par l'intermédiaire d'un joint de Hooke 9, cet arbre 8 étant maintenu par des paliers 10.

La position de la toupie 7 est contrôlée,

- 5 - par deux détecteurs de position en azimut  $D_{GZ}$ ,
- par deux détecteurs de position en roulis  $D_{GY}$ ,
- par un moteur couple de précession en azimut  $M_{GZ}$ ,
- et par un moteur couple de précession en roulis  $M_{GY}$ .

Les deux détecteurs de position en azimut  $D_{GZ}$  du gyroscope G asservissent, par l'intermédiaire d'un dispositif électronique 16 assurant notamment la fonction amplificateur alternatif puis démodulateur, le moteur couple de précession en azimut  $M_{GZ}$  du gyroscope G.

Ces deux détecteurs de position en azimut  $D_{GZ}$  donnent, toujours, par l'intermédiaire du dispositif électronique 16, la mesure gyrométrique  $\Omega_z$  qui est exploitée dans un dispositif de mesure d'azimut 17.

Les deux détecteurs de position en roulis  $D_{GY}$  du gyroscope G asservissent, par l'intermédiaire d'un dispositif électronique 20 assurant notamment la fonction amplificateur alternatif puis démodulateur, le moteur d'asservissement en roulis  $M_Y$  du cardan 1.

Le moteur d'asservissement  $M_Y$  entraîne mécaniquement le détecteur de position en roulis  $P_Y$  du cardan 1 qui donne l'angle de roulis qui est exploité dans un dispositif de mesure du roulis 21.

Le signal d'inclinaison en roulis  $SA_X$  de l'accéléromètre A, filtré par le filtre passe-bas FPB, est envoyé en précession lente sur le moteur couple de précession en roulis  $M_{GY}$  du gyroscope G pour niveler son axe de rotation  $S_G$  et pour maintenir le cardan 1 vertical quels que soient les mouvements angulaires du véhicule.

Le signal d'inclinaison  $SA_Z$  de l'accéléromètre A est filtré et indique le tangage du véhicule  $(Ta)_C$  nécessaire à la précession  $\Omega_z \operatorname{tg}(Ta)_C$  du gyroscope G suivant son axe de sensibilité en roulis  $G_Y$  (valeur à large bande passante).

- 6 -

Sur la fig. 5, on a montré l'accéléromètre A dans une coupe par un plan contenant ses deux axes de sensibilité  $A_z$  et  $A_x$ .

Cet accéléromètre comporte une masse asservie 15  
5 dont la position est contrôlée

- par deux détecteurs de position  $D_{AZ}$ ,
- par deux détecteurs de position en roulis  $D_{AX}$ ,
- et par deux enroulements d'asservissement  $E_{AX}$  et  $E_{AZ}$ .

Selon la variante illustrée sur la fig. 3, le bloc 10 accélérométrique asservi A comporte trois axes de sensibilité, à savoir :

- un axe de sensibilité  $A_z$  parallèle à l'axe de sensibilité en azimut  $G_z$  du gyroscope G,
- un axe de sensibilité en roulis  $A_x$  parallèle à l'axe de rotation  $S_G$  du gyroscope G,
- et un axe de sensibilité en tangage  $A_y$  parallèle à l'axe longitudinal 2 du véhicule.

Le signal d'inclinaison  $SA_z$  d'un tel bloc accélérométrique A donne le tangage calculé  $(Ta)_c$  du véhicule, 20 et le signal d'inclinaison en tangage  $SA_y$  du bloc accélérométrique A donne, en redondance, le tangage du véhicule (sensibilité en forage vertical ou horizontal assurée).

Dans les portions I - II et II - III du forage, 25 où l'axe du véhicule est quasi-vertical, l'installation se comporte alors, pendant la descente continue du véhicule, comme une installation directionnelle, l'axe de rotation du gyroscope n'étant pas nivéle.

De nombreux procédés de navigation sont alors envisageables dans ces portions ; toutefois le procédé 30 qui consiste, d'abord à trouver le Nord (véhicule stoppé), et ensuite à faire tourner l'axe de rotation du gyroscope en azimut d'un angle (mesuré sur le détecteur de position angulaire en roulis  $P_y$ ) tel que l'axe de rotation du 35 gyroscope soit à peu près perpendiculaire au plan moyen vertical qui contient au mieux les portions I - II et II - III (par exemple le point III pouvant être celui où l'inclinaison du forage par rapport à l'horizontale

- 7 -

est de 15°).

De cette façon, des points I à III de la trajectoire du forage, l'axe de rotation du gyroscope "lié géométriquement au cardan" ne s'inclinera que  
5 peu (d'une valeur inférieure ou égale à 1°) et la projection horizontale de l'axe de rotation du gyroscope ne tournera que peu en azimut, et ce malgré la précession du gyroscope en azimut qui est inférieure ou égale à 0,2°.

10 Grâce à cette situation, le passage à un fonctionnement "directionnel à axe de rotation du gyroscope nivelé", dans la portion III - IV, et tel que décrit à propos de la fig. 4, se trouvera facilité.

REVENDICATIONS

- 1.- Installation gyroscopique de navigation montée sur un véhicule et permettant de connaître les paramètres caractérisant la trajectoire de ce véhicule,
- caractérisée par le fait qu'elle comporte, en combinaison, les éléments suivants :
- un cardan (1) monté tourillonnant sur le véhicule autour de l'axe longitudinal (2) du véhicule,
  - un gyroscope à deux axes de sensibilité (G) monté sur ce cardan (1), de sorte que l'un de ses axes de sensibilité (axe de sensibilité en azimut  $G_z$ ) soit orthogonal à l'axe longitudinal (2) du véhicule, l'autre axe de sensibilité de ce gyroscope (G) (axe de sensibilité en roulis  $G_y$ ) étant parallèle à l'axe longitudinal (2) du véhicule, et de sorte que l'axe de rotation ( $S_G$ ) de sa toupie (7) soit maintenu dans un plan horizontal,
  - et un bloc accélérométrique asservi (A) à au moins deux axes de sensibilité monté sur ce cardan (1), de sorte que l'un de ses deux axes (axe de sensibilité  $A_z$ ) soit parallèle à l'axe de sensibilité en azimut ( $G_z$ ) du gyroscope (G), et l'autre axe de sensibilité (axe de sensibilité en roulis  $A_x$ ) soit parallèle à l'axe de rotation ( $S_G$ ) du gyroscope (G),
  - et par le fait que ces éléments coopèrent entre eux de la façon suivante :
- 25 - les détecteurs de position en azimut ( $D_{GZ}$ ) du gyroscope (G) asservissent le moteur couple de précession en azimut ( $M_{GZ}$ ), et donnent une indication qui est exploitée pour obtenir les paramètres d'azimut caractérisant la trajectoire du véhicule (vitesse angulaire  $\Omega_z$ ) ;
- 30 - les détecteurs de position en roulis ( $D_{GY}$ ) du gyroscope (G) asservissent le moteur d'asservissement en roulis ( $M_y$ ) du cardan (1) qui porte le stator d'un détecteur angulaire de position en roulis ( $P_y$ ) ;
- 35 - le signal d'inclinaison en roulis ( $SA_x$ ) de l'accéléromètre (A) est utilisé pour niveler, par précession, l'axe de rotation ( $S_G$ ) du gyroscope (G) afin de

- 9 -

provoquer une rotation lente du cardan (1) autour de l'axe de sensibilité en roulis ( $G_y$ ) du gyroscope (G) ;  
- et le signal d'inclinaison ( $SA_z$ ) de l'accéléromètre (A) est filtré afin d'indiquer le tangage  
du véhicule.

- 2.- Installation selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le bloc accélérométrique (A) comporte trois axes de sensibilité, à savoir :
- un axe de sensibilité ( $A_z$ ) parallèle à l'axe de sensibilité en azimut ( $G_z$ ) du gyroscope (G) ;
  - un axe de sensibilité en roulis ( $A_x$ ) parallèle à l'axe de rotation ( $S_G$ ) du gyroscope (G) ;
  - et un axe de sensibilité en tangage ( $A_y$ ) parallèle à l'axe longitudinal (2) du véhicule ;
- 15 le signal d'inclinaison en tangage ( $SA_y$ ) de l'accéléromètre (A) indiquant alors, en plus, le tangage du véhicule.

3.- Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que l'installation est exploitée comme installation de recherche du Nord à composants liés lorsque l'axe longitudinal (2) du véhicule est vertical et le véhicule stoppé et verrouillé à la terre.

4.- Installation selon la revendication 3, caractérisée par le fait qu'à la fin de la recherche du Nord, l'axe de rotation ( $S_G$ ) du gyroscope (G) est calé en position quasi-horizontale, perpendiculairement au plan moyen vertical présumé de la courbe de la trajectoire du véhicule, et ensuite le véhicule reprend son mouvement en conservant son azimut connu.

FIG.1.

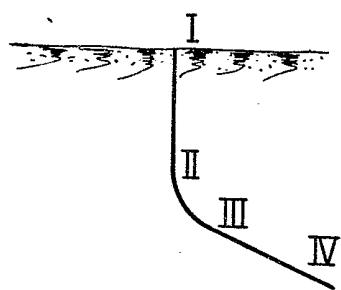


FIG.2.

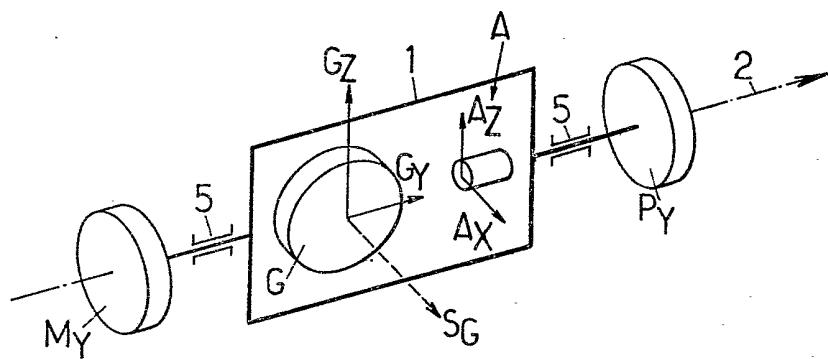


FIG.3.

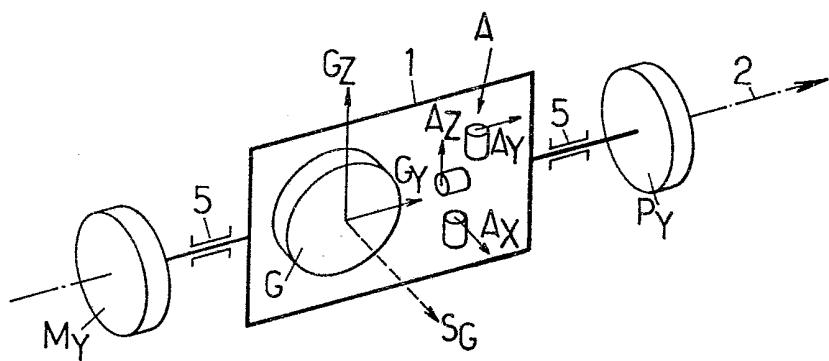


FIG.4.

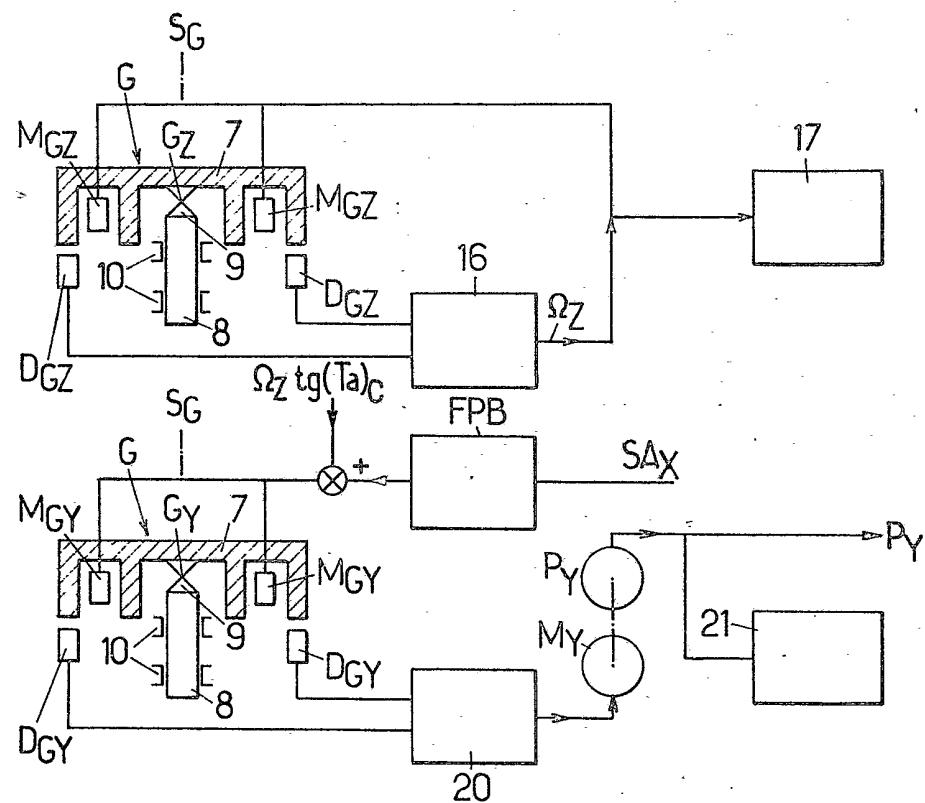


FIG.5.

