

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 485 722

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 11376**

(54) Procédé et dispositif permettant de synchroniser les vitesses de rotation de plusieurs gyroscopes.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 C 21/18; G 05 D 13/62; H 02 P 5/46.

(22) Date de dépôt 10 juin 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 30 juin 1980, n° 164 551.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 53 du 31-12-1981.

(71) Déposant : Société dite : THE SINGER CO, société de droit américain, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert H. Acker, Frank L. Rosen et Donald J. Weber.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : François Lerner,
5, rue Jules-Lefebvre, 75009 Paris.

La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif permettant de synchroniser les vitesses de rotation des volants ou roues de gyroscopes. De façon plus précise, l'invention se rapporte à des procédés et des circuits perfectionnés permettant d'assurer le verrouillage en phase d'un ou plusieurs volants de gyroscopes au moment du démarrage.

Un gyroscope individuel comprend habituellement un volant ou roue formant bague d'inertie et un moteur permettant d'entrainer et maintenir une vitesse angulaire désirée de la roue à un niveau précis. Un tel instrument présente souvent des phénomènes indésirables de dérive résultat d'une interaction entre le volant du gyroscope et son moteur. Ainsi, une vibration mécanique due à des imperfections des roulements à billes, des chemins de roulement et des dispositifs de retenue entraîne une vibration synchrone qui agit sur divers paramètres finis du volant lui-même et provoque une tendance à la dérive indésirable de l'instrument.

Ces effets mécaniques peuvent être minimisés dans un gyroscope par un calibrage approprié de l'instrument accompagné de compensations appropriées. Cependant, des normes économiques de production limitent souvent le degré auquel peuvent être réduits les divers facteurs de dérive. Par suite, d'autres techniques, telles que le verrouillage de phase, sont employées, qui ont pour but d'assurer la stabilité en fonctionnement du gyroscope en créant un état répétitif et stable des profils de vibrations. De cette manière, la sensibilité résiduelle inhérente du gyroscope vis-à-vis de la vibration synchrone est maintenue constante.

Le verrouillage de phase assure la synchronisation du gyroscope à chaque démarrage de sorte qu'est assuré un environnement opératoire répétitif entretenu. En général, cette technique consiste à déterminer la position relativement à un point fixe d'un point de référence arbitraire choisi sur le volant du gyroscope et d'aligner ce point sur un signal de référence externe en forme d'onde. Ceci est obtenu par un signal de référence du volant indiquant la position angulaire du volant autour de l'axe de rotation du gyroscope. Lorsqu'on utilise un moteur à hystérésis synchrone, pour entraîner le gyroscope, le couplage

électromagnétique dû à la "traction latérale" provoque des vibrations transversales et axiales qui résulte des imperfections inhérentes à l'ensemble du rotor et de l'enroulement moteur. Ces vibrations sont, à dessin, et de façon inhérente 5 synchrones et produisent une dérive de l'angle du gyroscope qui peut être illustré comme étant en relation directe avec l'angle mécanique pour lequel le moteur a atteint la vitesse synchrone. Etant donné que pour un moteur à hystérésis synchrone, cet angle est arbitraire, il est souhaitable d'assurer 10 un angle de synchronisme qui soit répétitif chaque fois que l'instrument est mis en route, de sorte qu'on soit assuré d'une performance répétitive en ce qui concerne la dérive.

Les techniques qui sont couramment utilisées pour réduire la "traction latérale" du moteur utilisent également 15 le verrouillage de phase. A ce niveau, on utilise des "interruptions d'approche" dans lesquelles la vitesse de rotation et l'angle de synchronisme d'un gyroscope sont modulés jusqu'à ce qu'un angle désiré entre la tension du moteur et un signal de référence émanant du volant du gyroscope soit atteint. 20 Ces techniques sont complexes à mettre en oeuvre et souvent irréalisables, étant donné qu'elles dépendent de la dynamique des moteurs, c'est-à-dire de l'accélération ou de la décélération du volant de façon à obtenir les résultats recherchés, ces techniques étant sujettes à varier d'un instrument à un autre.

25 Lorsqu'on construit des plates-formes destinées à être utilisées dans des ensembles de navigation à inertie, il est usuel d'utiliser plusieurs gyroscopes sur une même plate-forme. Lorsqu'ils sont ainsi utilisés, les gyroscopes peuvent être, soit montés directement, c'est-à-dire utilisés 30 sans cardans, soit ils peuvent être montés sur des cardans portés par la plate-forme. Le montage de plusieurs gyroscopes sur la même plate-forme assure un couplage mécanique des gyroscopes et des interférences mécaniques apparaissent entre eux par suite de l'interaction des vecteurs synchrones émanant de 35 chaque gyroscope. Un comportement de dérive indésirable est par suite induit.

La présente invention a pour objet de nouveaux procédés et de nouveaux circuits pour assurer le verrouillage de phase

d'un gyroscope à son démarrage, ce verrouillage étant également utile pour assurer la synchronisation de deux ou d'un plus grand nombre de gyroscopes. Lorsqu'on assure le verrouillage de phases d'un gyroscope, l'instrument est tout d'abord porté 5 jusqu'à sa vitesse, et la performance de l'instrument est alors optimisée en faisant tourner instantanément le champ statorique du moteur pour standardiser l'angle de phase entre le volant et la tension du moteur. De cette façon, l'accélération ou la décélération de la roue en vue d'assurer le synchronisme électrique devient inutile. 10

La synchronisation mécanique de par exemple, deux gyroscopes est obtenue pendant la période de démarrage en entraînant l'un des gyroscopes à une vitesse légèrement plus élevée que l'autre. Etant donné que les gyroscopes tournent à 15 des vitesses légèrement différentes, les positions des signaux indicateurs des volants engendrées par les prises classiques de gyroscopes glissent relativement l'une par rapport à l'autre et à certains moments coïncident. A un moment de coïncidence, la fréquence de la tension d'entraînement des deux gyroscopes 20 est rendue identique à la vitesse du gyroscope qui tourne le plus lentement, et le synchronisme mécanique est obtenu en permettant à la roue qui tourne le plus vite de dériver en diminuant sa vitesse jusqu'à correspondre à la vitesse du gyroscope tournant le moins vite. Alors, en altérant instantanément la position des champs d'entraînement tournants, tandis que le moment d'inertie inhérent des roues de gyroscopes 25 maintient les vitesses des gyroscopes sensiblement constantes, l'entraînement électrique est synchronisé sur les positions des roues des gyroscopes. L'alignement des vecteurs vibrations 30 est ainsi complété.

Dans un mode de réalisation de l'invention, applicable à deux ou à un plus grand nombre de gyroscopes, les tensions de courant alternatif qui produisent des champs électriques tournants des moteurs synchrones sont dérivées d'un oscillateur 35 d'horloge à fréquence élevée dont la sortie est divisée et abaissée jusqu'aux fréquences de rotation des roues grâce à des diviseurs numériques. Les positions des champs électriques sont ainsi établies dans des circuits standard de puces en

des séries de niveau numérique. La synchronisation mécanique est obtenue en commutant les deux entraînements sur une seule fréquence d'entraînement. Etant donné que la position de la roue du gyroscope est intrinsèquement établie par l'orientation de la roue elle-même, une modification dans la position relative des champs électriques nécessite seulement une modification sans inertie des signaux de la logique numérique. Des changements d'orientation de par exemple, jusqu'à 180° , peuvent aisément être obtenus à l'intérieur d'une période d'une impulsion d'horloge. Une relation de phase définie répétitive est ainsi réalisée en recalant (effaçant) le circuit de compte à rebours par récurrence du signal de référence du volant du gyroscope et redémarrage immédiat du générateur du signal d'entraînement.

15 L'invention et sa mise en oeuvre apparaîtront plus clairement à l'aide de la description qui va suivre faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

1. La figure 1 est un schéma bloc ou synoptique d'un circuit permettant de synchroniser deux moteurs synchrones 20 de gyroscopes conformément à l'invention,

La figure 2 est un schéma bloc ou synoptique montrant deux détecteurs de la vitesse de rotation d'un volant de gyroscope et leur forme d'ondes émises associées,

25 La figure 3 est un schéma bloc ou synoptique de la logique de commande utilisée dans le circuit de la figure 1.

La figure 4 est un schéma bloc ou synoptique d'un générateur de recalage utilisé dans le circuit de la figure 1.

30 La figure 5 est un schéma bloc ou synoptique d'un circuit permettant le verrouillage en phase d'un seul gyroscope.

On se reportera tout d'abord aux figures 1 à 4 illustrant les principes de l'invention pour assurer la synchronisation des vitesses et des positions mécaniques des rotors de plusieurs gyroscopes. Dans ces figures, l'invention 35 est appliquée pour synchroniser deux gyroscopes. Le schéma bloc de la figure 1 montre deux gyroscopes entraînés par des moteurs MP1 et MP2 qui sont entraînés par des tensions tournantes d'alimentation 4 et 6 respectivement pour chaque roue de

gyroscope. Les gyroscopes MP1 et MP2 sont entraînés, par exemple à des vitesses de 203,45 révolutions par seconde et 204,25 révolutions par seconde respectivement, et ce, par des tensions dérivées par division du signal de sortie du 5 générateur d'impulsion d'horloge 8. Dans le mode de réalisation tel qu'illustré, le générateur 8 fonctionne à une fréquence de 5 MHz. Les impulsions du signal de sortie du générateur 8 sont délivrées à des compteurs 10 et 12 dans lesquels ils sont séparément divisés dans des rapports légèrement différents ; les sorties des compteurs sont fournies aux diviseurs de phases 14 et 16, respectivement. Les sorties à quatre phases des diviseurs de phase 14 et 16 sont délivrées aux alimentations 4 et 6 respectivement des roues de gyroscope, à des fréquences qui représentent une division de la fréquence de 10 l'oscillateur de base de 5MHz, par 24 576 et 24 480 respectivement. Les fréquences d'entrée dans les diviseurs de phase 14 et 16 sont le résultat de la division par 6144 et 6120 respectivement effectuées dans les compteurs 10 et 12. Dans le cas du compteur 10, la division peut être réalisée par une 15 20 combinaison de compteurs diviseurs par 4, diviseurs par 16, diviseurs par 16 et diviseurs par 6, comme il est bien évident pour l'Homme de l'Art. Dans le cas de l'entrée aux diviseurs de phase 16, la division par 6120 peut être obtenue par des divisions successives par 4, 255 et 6. (Le même compteur diviseur par 4 peut être utilisé pour la première étape des deux 25 chaînes de division). Les structures du générateur d'impulsion d'horloge 8, les divers compteurs utilisés dans les compteurs 10 et 12, les diviseurs de phase, les alimentations des roues de gyroscope, et les moteurs d'entraînement des gyroscopes 30 sont tous de type classique bien connu de l'Homme de l'Art. Il doit être noté que, pour des raisons qui seront expliquées plus loin, les compteurs formant le compteur 10 aussi bien que les double "JK Master-Slave Flip-Flops" 14 et 16 qui produisent les sorties à 4 phases pour l'entraînement des roues de gyroscopes 35 4 sont susceptibles d'être recalés ou remis à zéro.

Chacun des instruments du gyroscope est équipé avec une prise dont la construction est classique dans la technique. Chaque prise produit un signal de tension dont l'amplitude est

modulée et dont la phase est proportionnelle à la position de la roue de gyroscope par rapport à son boîtier et dont la fréquence est égale à la vitesse de la roue du gyroscope relativement au boîtier. Ces signaux sont transmis par les gyroscopes MP1 et MP2 sur les lignes de liaison 18 et 20 respectivement vers les détecteurs de vitesse des roues de gyroscope 22 et 24.

5 Comme représenté à la figure 2, les signaux acheminés le long des lignes 18 et 20 vers les détecteurs de vitesse 22 et 10 24 sont amplifiés et mis en forme de façon à améliorer le signal en ce qui concerne les caractéristiques de bruit dans des amplificateurs 26 et 28, d'une façon bien connue dans la technique. Ces signaux sont ensuite amenés à travers les comparateurs 30 et 32 aux multivibrateurs à un coup 34 et 36, 15 dans lesquels des trains d'impulsions W1 et W2 respectivement sont engendrés à des intervalles de 0,0049152 et 0,0048960 seconde respectivement, correspondant aux vitesses de 203,45 et 204,25 révolutions par seconde. On comprend que la vitesse du gyroscope MP2 est légèrement supérieure à celle du gyroscope 20 MP1. Les trains d'impulsions de sortie W1 et W2 provenant des détecteurs des vitesses de rotation des roues de gyroscope sont acheminés à la logique de commande 38 (figure 1) par les lignes de liaison 40 et 42, respectivement.

Les détails de constitution de la logique de commande 25 38 sont illustrés à la figure 3. Les signaux de vitesse de rotation des roues W1 et W2 amenés par les lignes 40 et 42 sont fournis aux deux entrées d'une porte 44 à trois entrées NAND. Le signal de sortie de la porte NAND 44 est connecté par la ligne 46 à l'entrée d'horloge d'une bascule monostable 48 30 FLIP-FLOP de type D. Le signal de sortie "Q" de la bascule 48 est relié à une entrée d'une porte NAND 50, et le signal de sortie "Q" est connecté à une entrée d'une porte NAND 52. Les sorties des portes NAND 50 et 52 sont chacune connectées à une entrée d'une porte NAND 54. La seconde entrée de la porte NAND 35 50 est amenée par la ligne 56 avec la sortie provenant du compteur 10. La seconde entrée de la porte NAND 52 est amenée par la ligne 58 avec la sortie du compteur 12. La sortie de la porte 54 est amenée par la ligne de liaison 60 au diviseur de

phase 16 (figure 1). Le signal à la sortie \bar{Q} de la bascule 48 est également ramené en arrière et appliqué à la troisième entrée de la porte NAND 44. La borne d'effaçage CL de la bascule 48 reçoit le signal D1 appliqué par la ligne 62 ; la fonction du signal D1 apparaîtra de la description du fonctionnement qui suivra. Un second signal de sortie D2 provenant du bloc 38 de la logique de commande est obtenu à partir du signal Q de la bascule 48 et est transmis au générateur de recalage 65 (figure 1) par l'intermédiaire de la ligne 64.

La fonction de la logique de commande 38 est de déterminer lorsque les signaux W1 et W2 d'entrée de vitesse des roues ont des impulsions qui coïncident dans le temps. Celle des sorties des deux chaînes diviseuses qui est utilisée pour entraîner le moteur d'entraînement du gyroscope MP2 est déterminée lorsque la bascule 48 (figure 3) est actionnée par un signal D1 apparaissant sur la ligne 62. L'apparition de la coïncidence dans les signaux d'entrée W1 et W2 à la porte 44 résulte alors dans la commutation de la fréquence d'entraînement appliquée au diviseur de phase 16 de la sortie provenant du compteur 12 à celle provenant du compteur 10.

Le générateur de recalage 65 montré en détail à la figure 4 répond au signal D2 engendré par la logique de commande 38 lorsqu'une commutation a été ordonnée de façon à engendrer un signal de recalage s'appliquant au compteur 10 et aux diviseurs de phase 14 et 16 (figure 1). Le signal d'entrée D2 sur la ligne 64 est amené à une entrée d'une porte NAND 66 à trois entrées ainsi qu'à la borne d'effacement CL de la bascule de type D 68. Le signal de sortie W1 du détecteur 22 de vitesse de rotation du volant est amené sur la ligne 40 à une autre entrée de la porte NAND 66. La sortie de la porte NAND 66 est connectée à l'entrée d'horloge H de la bascule 68 de type D et est également transmise sur la ligne de sortie 70 en tant que signal de recalage devant être amené aux bornes de recalage du compteur 10 et des diviseurs de phase 14 et 16. La sortie \bar{Q} de la bascule 68 est connectée à la troisième entrée de la porte NAND 66. La fonction du générateur de recalage 65 est d'établir, une fois que les roues des gyroscopes ont été amenées en synchronisme mécanique, une relation de phase répétitive mais non arbitraire entre les entraînements

et les deux roues de gyroscope.

Le fonctionnement des circuits des figures 1 à 4 est le suivant. Au démarrage, chacun des moteurs de gyroscope MP1 et MP2 est excité séparément par une tension dérivée par division de la sortie du générateur 8 d'impulsions d'horloge dans des compteurs séparés 10 et 12. L'impulsion de sortie de 5 MHz du générateur d'horloge 8 est divisée dans le compteur 10 par 6144 et dans le compteur 12 par 6120. Le signal provenant du compteur 10 est amené directement au diviseur de phase 14 ayant pour effet d'être là encore divisé par 4 jusqu'à une fréquence d'environ 203,45 Hz à laquelle il est amené à travers l'alimentation 4 de la roue du gyroscope au moteur de gyroscope MP1. De façon semblable, le diviseur de phase 16 entraîne le moteur de gyroscope MP2 à la vitesse de 204,25 Hz. Au démarrage, avec le signal de commande D1 dans un état de logique zéro, et avec des signaux d'entrée W1 et W2 à la porte 44 qui ne sont pas en coïncidence, la sortie de la porte 44 à l'état logique 1, la sortie Q de la bascule 48 est à l'état zéro et la sortie \bar{Q} est à l'état 1. Etant donné que la sortie \bar{Q} est à 1, la porte NAND 52 est active et répond aux impulsions provenant du compteur 12 transmettant les impulsions à la porte NAND 54. Etant donné que simultanément, la sortie Q de la bascule 48 est zéro, la porte NAND 50 n'est pas active et sa sortie est un 1. Par suite, la porte NAND 54 transmet un zéro logique chaque fois qu'une impulsion est reçue en provenance du compteur 12. De la même façon, lorsque la sortie Q de la bascule 12 est un 1, les signaux d'entrée provenant du compteur 10 sur la ligne 56 sont amenés par les circuits NAND 50, 54 à la ligne 60. Les portes NAND 50, 52 et 54 par suite commutent l'alimentation d'impulsion provenant des compteurs 10 et 12 en direction du diviseur de phase 16. La bascule 48 change d'état lorsque le signal d'entrée sur la ligne 46 revient à l'état logique 1 et le signal en Q vient en logique 1 tandis que le signal \bar{Q} vient en logique zéro. Dans ces conditions, le retour du signal zéro \bar{Q} sur la ligne 38 appliqué à la porte NAND 44 maintient la sortie de la porte NAND 44 à l'état logique 1, indépendamment de toute coïncidence ultérieure entre les signaux d'entrée W1 et W2 sur les autres entrées de la porte 44, et les impulsions provenant du compteur 10 sont connectées à travers l'entraînement

du gyroscope MP2.

Le but du signal D1 est de permettre le transfert de l'impulsion d'entraînement du gyroscope MP2 du compteur 12 au compteur 10 après qu'un intervalle de temps suffisant se soit 5 écoulé de façon à permettre à chaque gyroscope d'atteindre un état de condition stable avant de commencer la séquence de verrouillage des phases. Le signal peut être engendré par exemple manuellement en appliquant simplement une tension positive sur la ligne de connexion 62 lorsque les moteurs ont 10 atteint leur vitesse de rotation ou encore, le signal D1 peut être engendré par un multi-vibrateur à un coup (non représenté) qui est actionné après, par exemple 30 secondes par un compteur d'intervalle de temps qui est mis en fonctionnement, lorsque les circuits de la figure 1 sont mis sous tension. En tous les cas, lorsque le signal D1 apparaît sur la 15 ligne 62 (figure 3) et qu'une coïncidence dans les vitesses est détectée, l'entraînement du moteur du gyroscope MP2 est commutée de façon que les deux moteurs soient entraînés à la fréquence fournie par le compteur 10. Le moteur du gyroscope 20 MP2 qui a été entraîné à une vitesse légèrement supérieure à celle du gyroscope MP1 dérive alors en abaissant sa vitesse jusqu'à atteindre exactement la vitesse du moteur du gyroscope MP1 établissant le verrouillage de phase des volants des gyroscopes. Dans un mode de réalisation expérimental, ceci 25 s'effectuait en moins de six cycles (révolutions), soit environ le quart du temps requis par le procédé de l'art antérieur de modifications forcées de la vitesse de rotation.

Lorsque la synchronisation mécanique des volants des gyroscopes est établie, l'excitation du moteur est électriquement synchronisée par le générateur de recalage 65 de la figure 4. Ceci est obtenu grâce à la présence d'un signal logique sur la sortie Q de la bascule 48 transmis sur la ligne 64 rendant active la bascule 68 et appliquant un 1 logique sur une des bornes d'entrée de la porte 66. Etant donné que la borne 35 \bar{Q} de la bascule 68 est un 1 logique, l'impulsion suivante W1 appliquée à la porte 66 sur la ligne 40 provoque le changement du signal de sortie de la porte 66 d'un 1 logique à un zéro logique. Lorsque la ligne 70 arrive à ce niveau, la chaîne

entière de décomptage de la roue de gyroscope est recalée, et les tensions des moteurs fournissant les alimentations 4 et 6 d'entraînement des roues de gyroscope sont synchronisées avec les signaux de sortie W1 et W2 des détecteurs de vitesse de roues 22 et 24. Simultanément, la sortie \bar{Q} de la bascule 68 passe à l'état logique zéro et la sortie de la porte NAND 66 retourne à l'état logique 1. La sortie de la porte 66 reste alors à l'état logique 1 indépendamment de toute nouvelle impulsion W1. L'excitation du moteur des deux moteurs des gyroscopes est ainsi mécaniquement et électriquement synchronisée.

Un procédé de l'invention par suite comprend les étapes de démarrer deux moteurs de gyroscope synchrone en les alimentant d'abord avec des tensions d'entraînement situées à des fréquences légèrement différentes. Lorsque les moteurs fonctionnent en synchronisme, avec les tensions appliquées, l'entraînement du moteur qui est actionné à une vitesse plus élevée est commuté sur la source de fréquence inférieure et par suite la vitesse de ce moteur diminue jusqu'à venir en synchronisme mécanique avec le moteur le plus lent. Les moteurs sont instantanément et électriquement synchronisés en recalant la phase de la fréquence d'entraînement qui est maintenant commune aux deux moteurs, de sorte qu'on obtient une relation prédéterminée de positionnement des rotors des moteurs, telle qu'établie par l'une des prises prévues.

Le schéma de circuit illustré à la figure 5 montre l'application de l'invention au verrouillage de phase d'une seule roue de gyroscope lors du démarrage. Un oscillateur 80 entraîne le moteur du gyroscope MP1 par l'intermédiaire d'un compteur 82, d'un diviseur de phase 84 et d'une alimentation 86 d'entraînement de la roue du gyroscope, et cela de la même manière qu'expliqué en relation aux figures 1 à 4. La vitesse du gyroscope est lue par le détecteur de vitesse de roue 88 et est amenée au générateur de recalage 90. Le générateur de recalage 90, lorsqu'il est actionné, établit une relation de phase répétitive entre l'entraînement et la roue ou le volant du gyroscope. La structure de tous les composants de ce mode de réalisation de l'invention peut être la même que celle des éléments correspondants prévus dans la chaîne d'entraînement du

moteur MP1 du mode de réalisation des figures 1 à 4. La différence est que la chaîne d'entraînement et le détecteur de vitesse de roue pour le second gyroscope ont été omis, de même que la logique de commande , et qu'on applique un signal D1 5 de mise en route discret directement au générateur de recalage au lieu du signal D2 fourni par la logique de commande.

Le fonctionnement du circuit est le suivant. Tout d'abord, le moteur d'entraînement du gyroscope est mis en route jusqu'à ce que la vitesse devienne synchrone avec la fréquence établie 10 par division du signal de sortie de l'oscillateur 80 dans le compteur 82 et le diviseur de phase 84. Lorsque le gyroscope a atteint cette vitesse désirée, un signal discret est appliqué au générateur de recalage 90, et lorsque l'impulsion suivante du signal d'entrée W1 est reçue, le générateur de recalage 90 transmet un signal de recalage au compteur 82 et au diviseur de phase 84. Comme décrit ci-dessus en relation avec les figures 1 à 4, la sortie du générateur de signal de recalage reste au niveau juste établi, indépendamment de toute autre impulsion W1.

20 Il apparaît à l'Homme de l'Art que le procédé ci-dessus décrit permettant d'établir une relation de phase identique entre la tension d'entraînement et les positions instantanées du moteur du gyroscope tournant chaque fois que le gyroscope est mis en route peut être aisément adapté pour obtenir un 25 angle de phase particulier. Ainsi, une différence prédéterminée d'angle de phase peut être établie en recalant le compteur dans la chaîne d'entraînement à toute autre valeur que zéro.

L'invention dans ces divers aspects a été illustrée en montrant son application au démarrage d'un ou de deux gyroscopes synchrones. Il apparaît immédiatement à l'Homme de l'Art que l'invention peut également être appliquée au démarrage et à la synchronisation de plus de deux instruments, par exemple à la synchronisation d'un troisième appareil à deux appareils qui ont déjà été synchronisés. Il apparaît également que d'autres 35 modalités que celles décrites à titre d'exemple peuvent être utilisées pour la mise en oeuvre de l'invention. L'invention comprend donc tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont mises en oeuvre selon son esprit.

REVENDICATIONS

1. Procédé permettant de synchroniser les mouvements de rotation de deux gyroscopes dont l'un est entraîné par un moteur synchrone à partir d'une source de tension alternative à une première fréquence et dont l'autre est entraînée par une source de tension alternative à une seconde fréquence plus élevée que la première, chaque gyroscope comportant une prise qui engendre un signal indiquant la position de la roue ou du volant du gyroscope par rapport à son support, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'on procède aux étapes suivantes :
- 5 - On amène le premier moteur MP1 à sa vitesse en l'entraînant à la première fréquence et on entraîne l'autre moteur MP2 à sa vitesse en l'entraînant à ladite seconde fréquence ;
- 10 - On compare les positions relatives des volants ou roues des gyroscopes en comparant les signaux engendrés par chacune 15 de leur prise ;
- 15 - et, lorsque les signaux des prises coïncident, on commute le circuit de façon à entraîner le gyroscope qui fonctionnait à ladite seconde fréquence à partir de la source à plus haute fréquence sur ladite première fréquence.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les vitesses synchrones des moteurs des gyroscopes établies par lesdites première et seconde fréquences sont séparées l'une de l'autre d'une faible fraction de tour par seconde.
- 25 3. Procédé selon la revendication 1, ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'on prévoit des moyens 65 pour recaler la phase de la tension engendrée à la première fréquence, et en ce que lorsque les deux moteurs MP1 et MP2 sont entraînés par la source de tension alternative ayant la fréquence la plus basse, on recalcule la phase de la tension alternative de 30 façon à établir une relation prédéterminée de tension par rapport aux signaux émanant des prises des gyroscopes.
- 35 4. Dispositif permettant de synchroniser plusieurs gyroscopes comportant chacun une roue ou un volant entraîné par un moteur d'entraînement à hystérésis synchrone, chaque volant étant monté dans un support de gyroscope, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :
- une source d'alimentation 4, 6 permettant d'entraîner

les moteurs MP1 et MP2 de chaque gyroscope devant être synchronisés ;

5 - des moyens 8, 10, 14 ; 8, 12, 16 pour fournir une tension à une fréquence différente à chaque source d'alimentation 4, 6 ;

10 - une prise associée à chaque gyroscope pour engendrer un signal de référence en relation avec le mouvement d'un point prédéterminé porté par le volant du gyroscope et passant devant un point de référence du support du gyroscope ;

15 - des moyens 38 pour déterminer, lorsque les signaux de référence provenant des prises des deux gyroscopes coïncident et pour engendrer un signal de transfert ; et

15 - des moyens 48 répondant au signal de transfert pour commuter l'entrée des deux sources d'approvisionnement de puissance 4, 6 sur l'une des fréquences.

20 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens 65 pour assurer le recalage de phase des tensions fournies aux deux moteurs en tenant compte des signaux de référence des gyroscopes.

25 6. Dispositif selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens pour fournir une tension à des fréquences différentes à chaque gyroscope comprennent un compteur 10, 12 entraîné par un seul générateur de fréquence 8.

25 7. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le signal de référence engendré par chaque prise est constitué par un train d'impulsions.

30 8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les moyens pour déterminer le moment où les signaux de référence coïncident comprennent un détecteur de coïncidence 44.

35 9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les moyens 38 répondant au signal de transfert comprennent un circuit de porte ayant une sortie 60 couplée au moteur MP2 qui doit être synchronisé et des entrées 56, 58 connectées à la sortie de chaque compteur 10, 12, le circuit de porte étant adapté de façon à transmettre d'abord le signal de sortie d'un compteur, et après

réception d'un signal de transfert à transmettre le signal de sortie de l'autre compteur.

5 10. Procédé de verrouillage de phase d'un volant de gyroscope, lors de son démarrage, ledit volant étant monté dans un support et entraîné par un moteur synchrone à tension d'alimentation alternative à une fréquence donnée, ledit procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- on entraîne le moteur pour l'amener à sa vitesse ;
- on engendre un signal qui est proportionnel en phase 10 à la position du volant par rapport à son support ; et
 - lorsque le moteur est amené à sa vitesse, on décale la phase de la tension de la source d'alimentation pour établir une relation de phase prédéterminée entre la tension d'entraînement et la roue du gyroscope.

15 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'alimentation en courant alternatif comprend un compteur recalable et que, lors du décalage de phase de la tension d'alimentation, on effectue le recalage du compteur.

20 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que, lors du décalage de la phase de la source d'alimentation, on recalcule le compteur à zéro.

25 13. Dispositif permettant le verrouillage de phase d'un gyroscope au moment de son démarrage, le gyroscope comportant un volant ou une roue entraînée par un moteur d'entraînement à hystérésis synchrone et étant porté dans un support de gyroscope, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une source 86 d'alimentation couplée au gyroscope de façon à fournir une tension alternative à une fréquence déterminée et entraîner le moteur d'entraînement du gyroscope 30 à une vitesse donnée ;

- une prise permettant d'engendrer un signal de référence donnant le mouvement d'un point prédéterminé porté par le volant du gyroscope par rapport à un point de référence marqué sur le support du gyroscope, et
- 35 - des moyens 90 répondant au signal de transfert et au signal de référence pour décaler la phase de la source d'alimentation de tension pour établir une relation de phase déterminée entre la tension d'entraînement et la position de la

roue du gyroscope.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que la source d'alimentation comprend un oscillateur 80 et un compteur 82 recalable couplé à l'oscillateur pour fournir 5 une tension alternative pour entraîner le moteur d'entraînement du gyroscope, et

- des moyens 90 pour recaler le compteur en réponse à un signal de transfert et au signal de référence.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé 10 en ce que les moyens 90 répondant à un signal de transfert pour réaliser le recalage du compteur comprennent un détecteur de coïncidence.

1/3

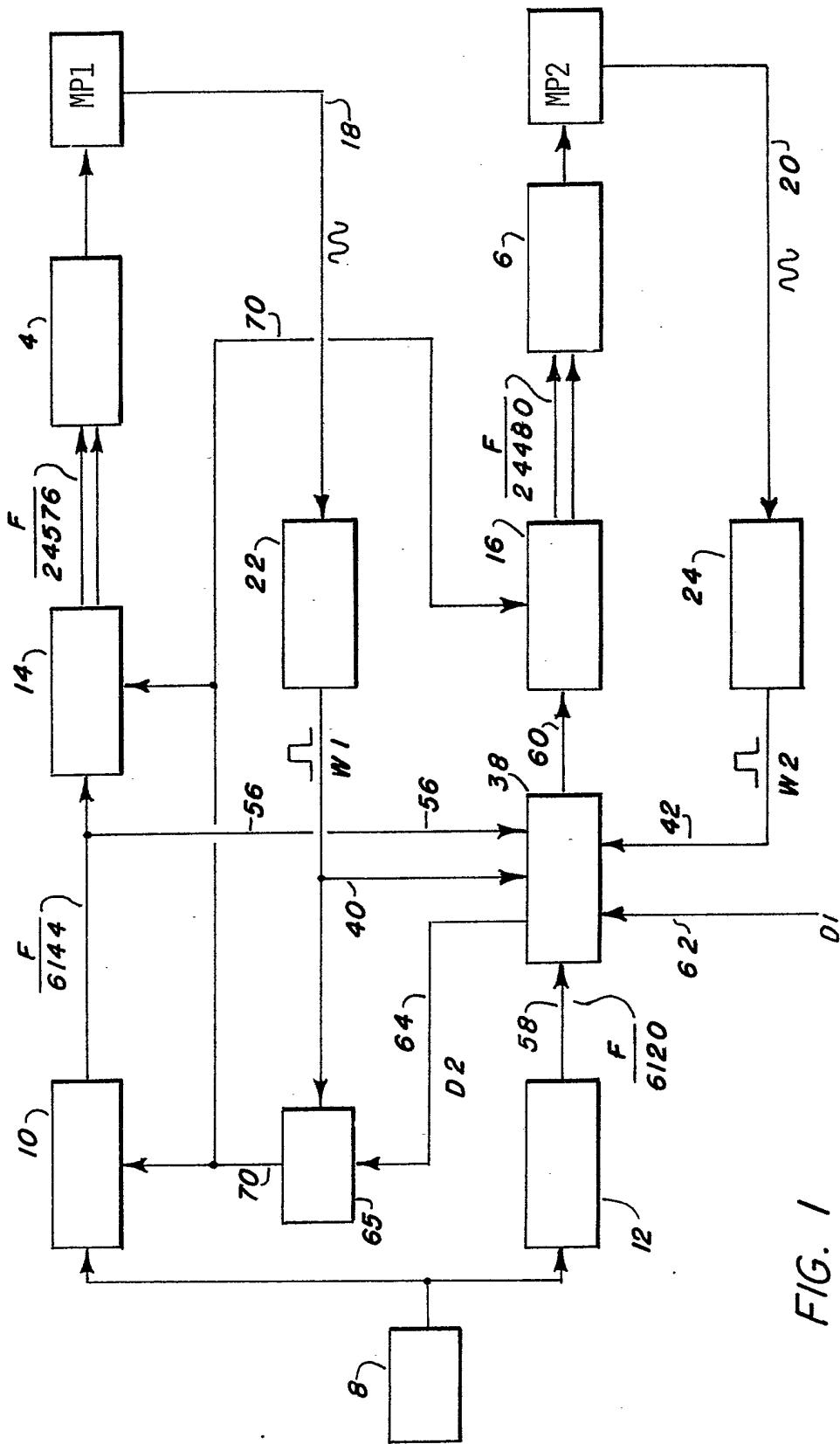


FIG. 1

2/3

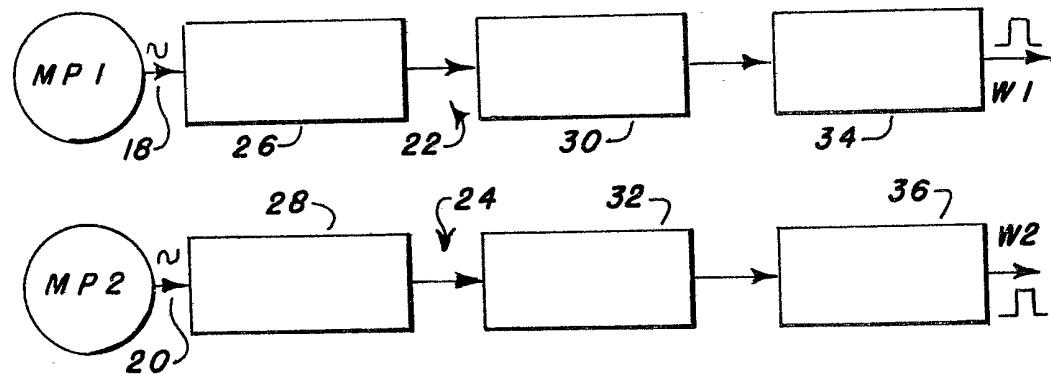


FIG. 2

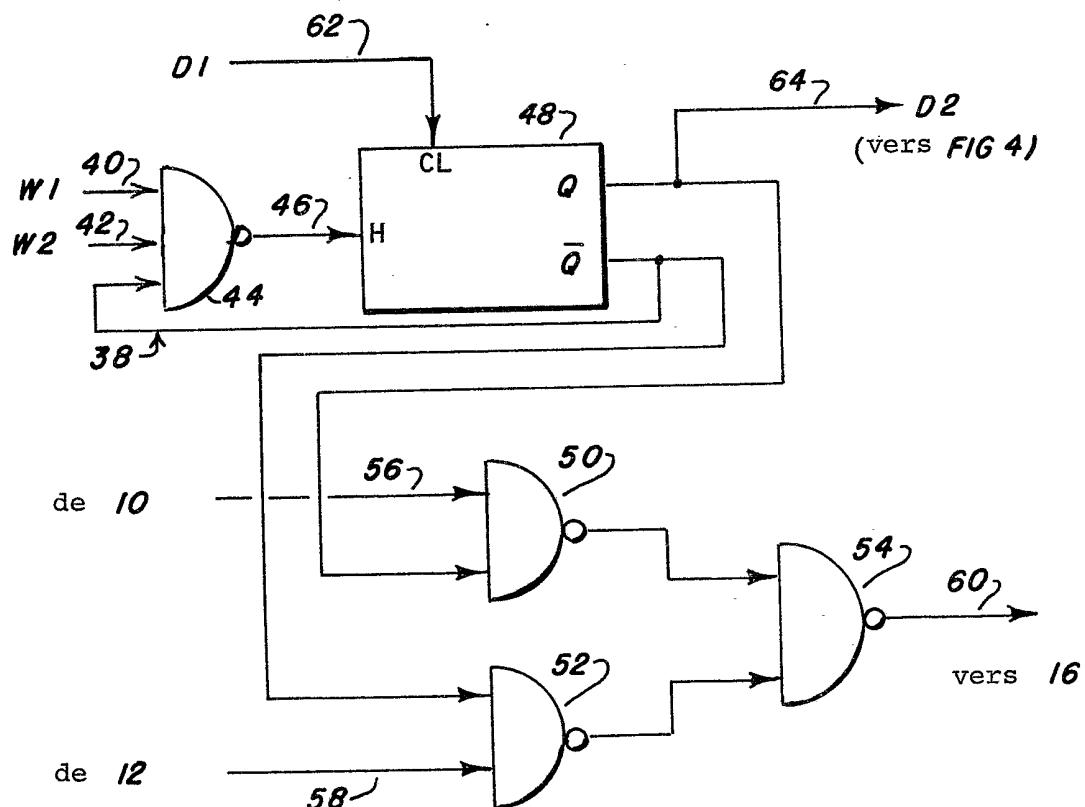


FIG. 3

3/3

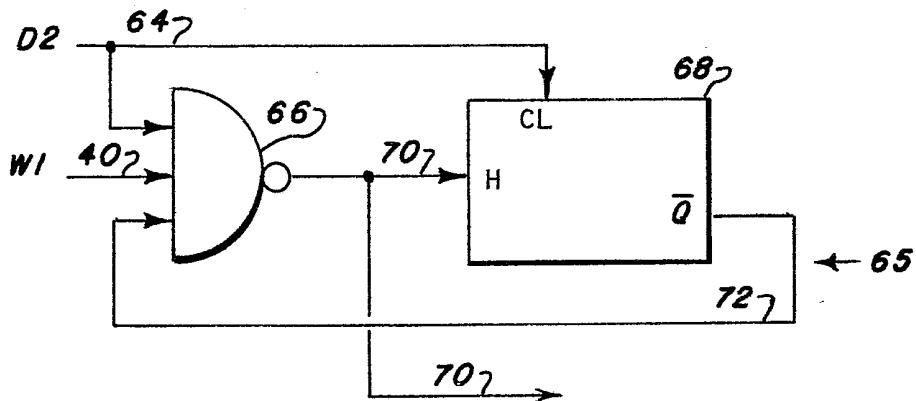


FIG. 4

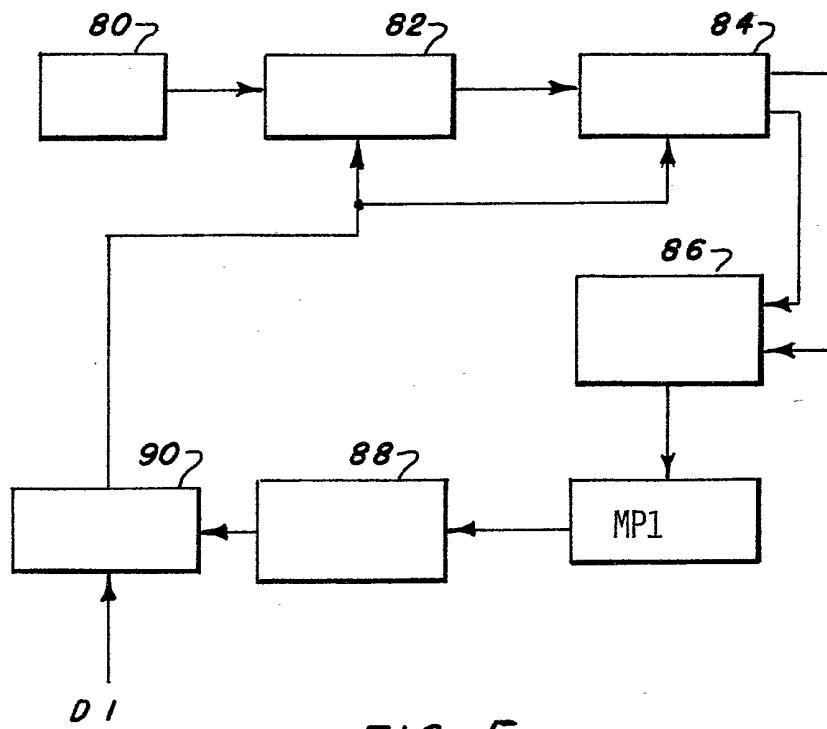


FIG. 5