

405684

Int. Cl.:	G01C



NUMERO 405.684

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: KABUSHIKIKAISHA TOKYO KEIKI (Tokyo Keiki
Co., Ltd.).

Residencia: 16-46 Minamikamata 2-chome, Ohta-ku,
TOKYO, Japón.

Enunciado: "COMPAS GIROSCOPICO".

Prioridades: de las solicitudes de patentes japonesas
No. 60501/71 del 10 de agosto de 1971; y
No. 60504/71 del 10 de agosto de 1971.

es.



EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Un compás giroscópico que tiene una caja de gi
roscopio que contiene un giroscopio cuyo eje de rotación
está mantenido en posición sustancialmente horizontal, un
5 recipiente que rodea la caja de giroscopio y que contiene
en ella un líquido, un primer dispositivo de soporte que
sostiene la caja del giroscopio, un segundo dispositivo
de soporte que sostiene el recipiente con tres grados de
libertad, y un servo sistema que hace que el recipiente
10 siga la caja de giroscopio alrededor de un eje vertical.
En este caso, la caja de giroscopio está adaptada para que
su peso sea igual a la fuerza ascensional que le aplica
el líquido, el centro de flotación coincide con su centro
de gravedad, el primer dispositivo de soporte está provis
15 to de un elemento de suspensión que está adaptado para aco
pliar la parte interna superior del recipiente con la caja
del giroscopio de modo que este último funcione como un pé
ndulo en el recipiente y el punto de acoplamiento del elemen
to de suspensión con la caja del giroscopio está situado en
20 cima del centro de gravedad de la caja del giroscopio, con
lo cual un par proporcional a la inclinación del eje de ro
tación respecto a un plano horizontal y también proporcio
nal al peso residual de la caja del giroscopio se produce
alrededor de un eje perpendicular a un plano que incluye el
25 eje de rotación y un eje vertical para dotar el giroscopio
de una acción de orientación hacia el norte.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Ambito del invento.-

El invento se refiere a un compás giroscópico,
30 y más particularmente a un compás giroscópico muy nuevo res

405684



pecto al sistema de soporte de la caja de giroscopio que contiene en ella un giroscopio, respecto al sistema de orientación hacia el norte y respecto al sistema de amortiguación.

5 Descripción de la técnica anterior.-

Un compás giroscópico es un instrumento que se monta en vehículos que pueden tener un movimiento de balanceo o cabeceo (barcos principalmente) y proporciona una indicación de su derrota, de modo que debe presentar una
10 precisión satisfactoria tanto estática como dinámica. La precisión estática depende generalmente de la manera con la cual la caja del giroscopio que contiene en ella un giroscopio está soportada con la menor fricción y, hablando en términos estrictos, la precisión estática viene determina-
15 da por la relación del momento angular del giroscopio respecto a un par parásito tal como fricción o fuerza parecida aplicado a la caja del giroscopio. en un compás giroscópico Sperry conocido, la caja del giroscopio está soportada por una estructura de acoplamiento universal de modo que la
20 precisión estática está determinada por dos rodamientos de eje vertical y dos rodamientos de eje horizontal. Por tanto, en el giro-compás Sperry, se utiliza en combinación con un servo sistema, para obtener la precisión deseada un método tal que la carga aplicada a cada rodamiento se anula
25 prácticamente sumergiendo la caja del giroscopio en aceite y haciendo que la fuerza ascensional sea igual al peso de la caja del giroscopio, un método de eliminación de la carga, especialmente de la carga aplicada a los rodamientos de eje vertical suspendiendo la caja de giroscopio por medio
30 de una cuerda de piano o elemento parecido, o cualquier



405684

otro método parecido. Los compases giroscópicos Anschutz o similares utilizan un método según el cual una esfera que contiene en ella dos giroscopios flota en un electrólito estando los dos giroscopios contenidos en la esfera soportados por dos rodamientos de eje vertical respectivamente y asociados el uno con el otro a través de un mecanismo de enlace o parecido de modo que se utilizan de cuatro a seis rodamientos de bola, y su par de fricción no puede ser considerado completamente insignificante por lo que se refiere a la precisión. En concreto, ya que la precisión estática de los compases giroscópicos convencionales no puede escapar a la influencia del par de fricción de los rodamientos de bola, el momento angular del giroscopio utilizado se limita naturalmente y por tanto no pueden utilizarse giroscopios con un momento angular inferior. Por consiguiente es imposible realizar compases giroscópicos más precisos o más económicos que los compases giroscópicos actuales. Además, en el método que utiliza dos giroscopios, se produce igualmente un error estático producido por la diferencia de velocidad de rotación de los dos giroscopios (debida a la diferencia del par de fricción de los rodamientos de ejes giratorios).

Además, un compás giroscópico Arma-Brown utiliza un sistema de soporte de caja de giroscopio en el cual la caja del giroscopio está sometida a una tracción en cuatro direcciones por un bastidor y cuatro cuerdas de piano y el conjunto está sumergido en aceite para que la fuerza ascensional de la caja de giroscopio sea sustancialmente igual a su peso. Este sistema es excelente para no utilizar rodamientos para soportar la caja de giroscopio y es un



405684

sistema de orientación hacia el norte del tipo en el que la inclinación del eje de rotación del giroscopio respecto a un plano horizontal se detecta con la utilización de un acelerómetro y se aplica al giroscopio un par controlado por una señal derivada de este acelerómetro. Sin embargo, este sistema presenta el defecto de que, ya que el acelerómetro está dispuesto en el lado de salida de un servosistema de seguimiento del giroscopio alrededor del eje horizontal, un error del servo-mecanismo ejerce directamente una influencia perjudicial sobre la precisión de la acción de orientación hacia el norte.

Por tanto, la precisión dinámica depende principalmente de un método capaz de impedir el error de balanceo y del grado en el cual puede evitarse este error. El compás giroscópico Sperry utiliza un método para impedir el error de balanceo que consiste principalmente en un líquido. Concretamente el líquido es indispensable para el compás giroscópico Sperry. El compás giroscópico Anschütz debe obligatoriamente utilizar dos costosos giroscopios para impedir el error de balanceo. El compás giroscópico Arna-Brown utiliza un acelerómetro costoso y el error de balanceo se impide eligiendo su constante de tiempo de manera que tenga un valor mucho más elevado que el periodo de balanceo del barco, y por tanto el aparato es costoso y es necesario que el acelerómetro sea extremadamente seguro.

RESUMEN DEL INVENTO

Por consiguiente, el objeto principal del invento consiste en proporcionar un nuevo compás giroscópico enteramente exento de los defectos mencionados más arriba que se presentan con los compases giroscópicos convencio-

405684



nales.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un compás giroscópico en el que una caja de giroscopio que contiene en ella un giroscopio está soportada sin utilizar rodamientos de bola y por tanto presenta un par mucho más pequeño que los aparatos convencionales.

Un objeto suplementario del invento consiste en proporcionar un compás giroscópico sin acelerómetro costoso y en el que un error del servo sistema no tenga influencia directa sobre el giroscopio.

Otro objeto más del invento consiste en proporcionar un compás giroscópico sin líquido para impedir el error de balanceo.

Otro objeto más del invento consiste en proporcionar un compás giroscópico en el cual se necesite solamente un giroscopio, que sea de construcción sencilla, de elevada precisión, de precio económico y útil para todo tipo de barcos.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Las figuras 1 a 3, inclusive, son unas vistas en perspectiva, parcialmente abiertas, que representan unos ejemplos de este invento;

Las figuras 4 a 6 inclusive, son diagramas esquemáticos destinados a explicar el dispositivo de detección de desplazamiento o de desviación y el sistema de seguimiento utilizado en él;

Las figuras 7, 8 y 10 inclusive, son diagramas esquemáticos que representan un depósito utilizado en este dispositivo;

La figura 9 es un gráfico destinado a explicar



405684

el funcionamiento del invento;

La figura 11 es un diagrama de fases para explicar el funcionamiento del invento;

5 Las figuras 12 a 15 inclusive, son diagramas esquemáticos que representan unas modificaciones de un dispositivo amortiguador utilizado en el invento;

La figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un dispositivo de soporte de giroscopio utilizado en el invento;

10 Las figuras 17A y 17B son vistas ampliadas de la parte superior y de la parte frontal que representan un ejemplo de un elemento de suspensión utilizado en el invento;

15 La figura 18 representa el muelle descrito en la figura 17B; y

Las figuras 19 y 20 son unas vistas laterales, parcialmente abiertas, que ilustran otros modos de realización del invento.

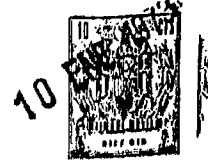
DESCRIPCION DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

20 En la figura 1, el número de referencia 1 indica una caja de giroscopio que contiene en ella un rotor de giroscopio que gira a gran velocidad, estando dicha caja realizada de manera que sea estanca a los líquidos. El número de referencia 2 designa un recipiente tal como un depósito
25 que contiene la caja 1 del giroscopio y la referencia 3 designa un hilo de suspensión para soportar la caja 1 del giroscopio, estando dicho hilo sujeto por su extremidad superior en el depósito 2 y por su extremidad inferior en la caja 1 del giroscopio. Los números de referencia 4N, 4S
30 y 5N, 5S identifican los lados o elementos primarios y se-

405684



5 cundarios de un dispositivo detector de desplazamiento sin
contacto 6 respectivamente. Los lados primarios 4N y 4S
están dispuestos por ejemplo en la superficie de la caja 1
del giroscopio en las intersecciones de la superficie de
la caja 1 del giroscopio con la prolongación del eje de ro-
tación del giroscopio, es decir en los lados norte y sur
del giroscopio, mientras que los lados secundarios 5N y 5S
están dispuestos en el depósito 2 en alineación con los la-
dos primarios 4N y 4S. El número de referencia 7 indica un
10 líquido tal como aceite de amortiguación de viscosidad ele-
vada por ejemplo un aceite de silicona contenido en el de-
pósito 2. Un par de ejes horizontales 8 y 8' están suje-
tos por unas extremidades en el depósito 2 en el ecuador
del mismo en posiciones perpendiculares al eje de rotación
15 del giroscopio, y están montadas de manera giratoria, por
sus otras extremidades, en los rodamientos 13 y 13' que es-
tán dispuestos en un anillo horizontal 12 alineado con los
ejes horizontales 8 y 8'. El número de referencia 10 repre-
senta un servo motor de seguimiento horizontal que está
20 montado en el anillo horizontal 12. Un engranaje horizon-
tal 9 está montado en uno de los ejes horizontales, por
ejemplo el eje 8 y se acopla con un piñón horizontal 11 su-
jeto en el eje giratorio del servo motor 10. Unos ejes de
acoplamiento universal 14, 14' están montados en el anillo
25 horizontal 12 en posiciones perpendiculares respecto a los
rodamientos 13 y 13' de eje horizontal mencionados más arri-
ba, y estos ejes de acoplamiento universal 14 y 14' están
soportados de manera giratoria por los rodamientos de aco-
plamiento universal 15 y 15' dispuestos en un anillo de se-
30 guimiento 16, alineados con los ejes 14 y 14' respectiva-



405684

mente. Los ejes de seguimiento 17 y 17' están sujetos por unas extremidades en la parte inferior y en la parte superior del anillo de seguimiento 16 y sus extremidades libres están introducidas de manera que puedan girar en los rodamientos 25 y 25' de ejes de seguimiento dispuestos en una bitácora 24 en las posiciones correspondientes. Un engranaje de acimut 21 está montado en uno de los ejes de seguimiento, concretamente en este ejemplo el eje 17. El número de referencia 19 designa un servo motor de seguimiento de acimut montado en la bitácora 24, y un piñón 20 de acimut sujeto en el eje giratorio del servo motor 19, que se acopla con el engranaje de acimut 21. El número de referencia 22 indica una rosa de los vientos sujeta en el eje de seguimiento 17'. El número de referencia 23 representa una placa de línea de referencia dispuesta en la parte superior de la bitácora 24 en asociación con la rosa de los vientos 22. El rumbo del barco equipado con el compás giroscópico puede leerse examinando la combinación de la línea de referencia 26 trazada en la placa 23 en el centro de la misma, y de la rosa de los vientos 22.

Las figuras 2 y 3 ilustran otros ejemplos del invento, en los cuales los mismos números de referencia que los que se utilizan en la figura 1 designan los mismos elementos.

En el ejemplo de la figura 2, las posiciones de fijación de los ejes de acoplamiento universal 14 y 14' y de los ejes horizontales 8 y 8' en el anillo horizontal 12 del ejemplo de la figura 1, están invertidas. En el ejemplo de la figura 1, los ejes horizontales 8 y 8' se extienden a partir del depósito 2 y se acoplan con el anillo ho-

405684



5 rizontal 12, mientras que en el ejemplo de la figura 2, los
ejes de acoplamiento universal 14 y 14' se extienden a par-
tir del depósito 2 paralelamente al eje de rotación y es-
tán unidos al anillo horizontal 12 mientras que los ejes
10 horizontales 8 y 8' están unidos al anillo de seguimiento
16, en unas posiciones separadas de los ejes de acoplamiento
universal 14, 14' por un ángulo de 90° . Al mismo tiempo
el servo motor 10 de seguimiento horizontal está igualmente
sujeto en el anillo de seguimiento 16 y su rotación se trans-
mite en primer lugar al anillo horizontal 12 por medio del
engranaje horizontal 9 y a continuación por medio de los
ejes de acoplamiento universal 14 y 14' para hacer girar el
depósito 2, asegurando así la operación de seguimiento ho-
rizontal.

15 En el ejemplo de la figura 3, los ejes horizon-
tales 8 y 8' sujetos en el depósito 2 están directamente
acoplados de manera giratoria con el anillo de seguimiento
16 por medio de los cojinetes 13 y 13' de eje horizontal.
El anillo de seguimiento 16 está acoplado por medio de los
20 rodamientos de eje de seguimiento 25 y 25' a un acoplamien-
to universal de cabeceo 36 que está dispuesto de manera gi-
ratoria en el exterior del anillo de seguimiento 16 por me-
dio de los ejes de seguimiento 17 y 17'. El acoplamiento
universal de cabeceo 36 tiene unos ejes de cabeceo 34 y 34'
25 en posiciones separadas de los ejes de seguimiento 17 y 17'
por un ángulo de 90° , y los ejes de cabeceo 34 y 34' están
acoplados de manera giratoria con los rodamientos de eje de
cabeceo 35 y 35' dispuestos en un acoplamiento universal de
balanceo 33 en las posiciones correspondientes, estando el
30 acoplamiento universal de balanceo 33 situado en el exterior

405684



del acoplamiento universal de cabeceo 36. El acoplamiento universal de balanceo 33 tiene unos ejes de balanceo 37 y 37' en posiciones separadas de los ejes de cabeceo 34 y 34' por un ángulo de 90° y estos ejes 37 y 37' están acoplados de manera giratoria con los rodamientos de eje de balanceo 38 y 38' dispuestos en la bitácora 24. Las demás construcciones son las mismas que en los ejemplos de las figuras 1 y 2.

Haciendo ahora referencia a las figuras 4 y 5, se dara una descripción de un ejemplo concreto del dispositivo detector de desplazamiento sin contacto 6 mencionado más arriba. La figura 4 representa el par de lados N (norte). Según se representa en esta figura, el lado primario 4N es una bobina y su devanado está situado en un plano perpendicular al eje de rotación del giroscopio y usualmente esta bobina se excita por medio de corriente alterna producida por una fuente PS utilizada para energizar el giroscopio, que establece unos campos magnéticos alternos representados por las flechas interrumpidas a_1 y $a_{1'}$. El lado secundario 5N está constituido por cuatro bobinas rectangulares 5NW, 5NE, 5NU y 5NL, y el par de bobinas 5NW y 5NE están dispuestas la una al lado de la otra mientras que el otro par de bobinas 5NL y 5NU estan dispuestas la una encima de la otra. Los comienzos de las bobinas del par de bobinas 5NW y 5NE así como los comienzos del otro par de bobinas 5NU y 5NL están interconectados. Suponiendo que la bobina 4N del lado primario es decir de la caja 1 del giroscopio, está situada en el centro de la bobina 5N del lado secundario, es decir del depósito 2, un flujo magnético producido por la bobina primaria 4N atraviesa las bobinas secundarias 5NW, 5NE, 5NU y 5NL

405684



induciendo una tensión correspondiente en cada una de ellas. Sin embargo, el flujo magnético en cada bobina secundaria es sustancialmente igual al de las demás bobinas y los respectivos pares de bobinas están conectados de manera diferencial tal y como se ha descrito más arriba de modo que no se obtiene tensión alguna en sus terminales de salida 2-1 y 2-2. Suponiendo que la bobina primaria 4N se desplace hacia el este (indicado por E en la figura) el flujo magnético que atraviesa la bobina 5NE aumenta, mientras que el flujo que atraviesa la bobina 5NW disminuye, de modo que se obtiene una tensión en el terminal de salida 2-1 y ninguna tensión en el terminal 2-2. Sin embargo, cuando la bobina primaria 4N se desplaza hacia el oeste (indicado por W en la figura) la tensión inducida de la bobina 5NW aumenta, mientras que la de la bobina 5NE disminuye, produciendo en el terminal de salida 2-1 una tensión de fase opuesta a la que se obtiene cuando la bobina primaria 4N se desplaza hacia el este. En tal caso, ya que las bobinas 5NU y 5NL están dispuestas en sentido vertical, no se obtiene tensión alguna en el terminal de salida 2-2 como en el caso anterior. Sin embargo, en respuesta al desplazamiento vertical de la bobina primaria 4N se inducen tensiones iguales en las bobinas 5NW y 5NE dispuestas la una al lado de la otra, pero se induce una tensión desigual en la dirección vertical, de modo que se obtiene una tensión de salida en el terminal de salida 2-2. Por tanto, con la construcción representada en la figura 4, es posible detectar el desplazamiento de la caja 1 del giroscopio en el sentido este-oeste, y en la dirección vertical respecto al depósito 2 en la extremidad norte.

405684

10 ENE



La figura 5 ilustra un dispositivo para detectar el desplazamiento de la caja del giroscopio solamente en la dirección este-oeste, estando dicha caja 1 del giroscopio vista por encima. En concreto, el dispositivo detector de desplazamiento sin contacto dispuesto en el lado sur está
5 constituido por la bobina primaria 4S y las bobinas secundarias 5SE y 5SW. Cuando la caja 1 del giroscopio se desplaza hacia el este, el flujo magnético que atraviesa la bobina 5SE aumenta y el flujo que atraviesa la bobina 5SW
10 disminuye, lo que da lugar a una tensión entre los terminales 3-1, y la fase de esta tensión es la misma que entre los terminales 2-1 de las bobinas 5NW y 5NE. Además, ya que las bobinas 5SE, 5SW y 5NE, 5NW están interconectadas de manera diferencial según se representa en la figura 5, no
15 se produce tensión alguna entre los terminales de salida 3-2 en respuesta al desplazamiento de la caja 1 del giroscopio en la dirección este-oeste, pero cuando la caja 1 del giroscopio gira alrededor de un eje vertical O (perpendicular al plano del dibujo) se produce una tensión de salida
20 con inversión de fase de 180° entre los terminales 3-2, según la dirección de giro de la caja 1 del giroscopio. Esta tensión de salida se aplica a un devanado de control del servo motor de acimut 19 a través de un amplificador 30 de servo motor (que puede ser omitido). La rotación del servo
25 motor 19 se transmite al depósito 2 por el piñón de acimut 20, el engranaje de acimut 21, el anillo de seguimiento 16 y el anillo horizontal 12 para controlar el depósito 2 de tal manera que se anule la desviación angular entre el depósito 2 y la caja 1 del giroscopio alrededor del eje vertical
30 O mencionado más arriba. Concretamente, cualquiera que sea

405684



el acimut en el que se sitúa la caja 1 del giroscopio, el servo sistema impide completamente que el alambre de suspensión 3 se tuerza e impide que se aplique cualquier fuerza externa perturbadora procedente del alambre de suspensión 3 al giroscopio alrededor del eje vertical. En la figura 5, el número de referencia 3-3 indica un generador de señal corrector de error, que produce una tensión que corresponde a la velocidad o latitud del barco que da lugar al desplazamiento angular correspondiente del sistema de seguimiento, por medio del cual se tuerce el hilo de suspensión 3 para aplicar un par de rotación al giroscopio alrededor de su eje vertical, corrigiendo así el error.

La figura 6 ilustra un sistema de seguimiento horizontal, en el cual las bobinas 5NU, 5NL y 5SU, 5SL de los lados secundarios 5N y 5S están igualmente interconectadas de manera diferencial como en el caso anterior, de modo que no se produzca tensión de salida alguna entre los terminales 4-1 de las bobinas 5NU y 5NL en respuesta al movimiento vertical de la caja 1 del giroscopio respecto al depósito 2, pero obteniéndose una tensión entre los terminales 4-1 en respuesta al movimiento angular de la caja 1 del giroscopio alrededor de un eje horizontal y aplicándose la tensión obtenida directamente, o a través de un amplificador 31 de servo motor, a un devanado de control del servo motor 10 de seguimiento horizontal. La rotación del servo motor 10 de seguimiento horizontal se transmite por el piñón horizontal 11 y el engranaje horizontal 9 al depósito 2 para hacerlo girar, reduciendo a cero la desviación angular entre el depósito 2 y la caja 1 del giroscopio.

405684



La figura 7 representa esquemáticamente el interior del depósito 2 en el caso en que la extremidad A orientada hacia el norte (dispuesta en la caja 1 del giroscopio) de la prolongación del eje de rotación del giroscopio contenido en la caja 1 del giroscopio está inclinada formando un ángulo θ respecto a un plano horizontal H-H'. En la figura, la referencia O_1 indica el centro de gravedad de la caja 1 del giroscopio, Q el punto de acoplamiento del alambre de suspensión 3 con la caja 1 del giroscopio, P el punto de acoplamiento del alambre de suspensión 3 con el depósito 2, y O_2 el centro del depósito 2. Supongamos que el eje de rotación del rotor del giroscopio contenido en la caja 1 del giroscopio es horizontal ($\theta = 0$), O_1 y O_2 coinciden el uno con el otro. La referencia A designa la extremidad orientada hacia el norte y B un punto de la caja 1 del giroscopio diametralmente opuesto a la extremidad A orientada hacia el norte, y A' y B' unos puntos del depósito 2 que corresponden a A y B. Ya que el alambre de suspensión 3 tiene en la práctica una rigidez que permite un cierto grado de flexión, forma una curva como se indica por medio de la línea interrumpida en la figura. Por consiguiente, el grado de movimiento axial ξ ($O_2 \sim O_1$) de la caja 1 del giroscopio con relación al depósito 2 disminuye muy poco pero, en la práctica, esta influencia es muy pequeña de modo que la descripción que sigue puede hacerse suponiendo que el alambre de suspensión 3 es completamente flexible. Tal y como se ha dicho más arriba, los puntos A' y B' del depósito 2 y los puntos A y B de la caja 1 del giroscopio se mantienen alineados los unos con los otros gracias al funcionamiento del servo sistema, y por tanto el depósito 2 se inclina igual

405684



mente de un ángulo θ respecto al plano horizontal H-H' como es el caso con la caja 1 del giroscopio. Suponiendo que no exista ninguna aceleración externa, ninguna fuerza externa actúa en la dirección del eje de giro de la caja 1 del giroscopio, de modo que el alambre de suspensión 3 se alinea con la vertical. Si se representa por T la fuerza de tracción aplicada al alambre de suspensión 3, y si se llama mg el peso residual de la caja 1 del giroscopio salvo la fuerza ascensional que experimenta debido al líquido de amortiguación 7, la fuerza de tracción T del alambre de suspensión 3 proporciona alrededor del punto O_1 el siguiente momento M :

$$M = Tr \text{ sen } \theta = mg r \text{ sen } \theta$$

y este momento se aplica como par al giroscopio alrededor de su eje horizontal (que pasa por el punto O_1 y perpendicular al dibujo). En este caso, r representa la distancia entre el centro O_1 de gravedad de la caja 1 del giroscopio y el punto de acoplamiento Q del alambre de suspensión 3 con la caja 1 del giroscopio, según se representa en la figura. En concreto, también con este método un par proporcional a la inclinación del eje de rotación sobre el plano horizontal puede aplicarse al giroscopio alrededor de su eje horizontal exactamente de la misma manera que en el caso de los compases giroscópicos convencionales, de modo que se puede obtener un compás giroscópico eligiendo la distancia r , la masa residual mg y el momento angular del giroscopio, y eligiendo el periodo de su movimiento de orientación hacia el norte en la gama incluida entre varias decenas de minutos y cien y varias decenas de minutos. En la práctica, esto es equivalente a una distancia r un poco más larga que la distancia práctica entre O_1 y Q , debido a la rigidez de flexión del

405684



alambre de suspensión 3.

5 En lo que antecede se ha descrito la acción de
orientación hacia el norte del compás giroscópico del inven-
to pero, al mismo tiempo, se necesita que el aparato en
cuestión no produzca error de balanceo ninguno en respuesta
a una aceleración horizontal periódica tal como el balanceo,
el cabeceo o movimiento parecido del barco es decir se nece-
sita que el aparato esté dotado de la llamada característi-
ca de corte elevada satisfactoria (característica de paso
10 bajo).

La figura 8 representa el caso en el cual la ace-
leración horizontal αH ha actuado sobre el giroscopio en
su estado de descanso, viéndose el interior del depósito 2
desde el lado oeste. Se supondrá que las líneas A y B del
15 eje de rotación del giroscopio en la caja 1 del giroscopio
están sustancialmente alineadas con el plano horizontal H-H'
y el meridiano. La aceleración horizontal αH es debida al
balanceo y/o al cabeceo del barco o cualquier movimiento aná-
logo. Supongamos que su magnitud cambie de manera sinusoidal
20 con el transcurso del tiempo. Las componentes norte-sur y
este-oeste de la aceleración horizontal αH se designan res-
pectivamente por αN y αE , según se representa en la figu-
ra 9. Si la aceleración horizontal αH varía con periodos
muy largos en el caso de la figura 8, la caja 1 del giros-
25 copio sigue fielmente la aceleración norte-sur αN y un án-
gulo ξ formado por el alambre de suspensión 3 con la línea
vertical V-V', realiza el movimiento sinusoidal en el depó-
sito 2 de manera que coincida siempre con un ángulo ψ forma-
do por la componente de aceleración norte-sur αN y la ace-
30 leración de la gravedad g. En este caso igualmente, la fuer

405684

10



za de tracción T del alambre de suspensión 3 aplica un par M
($M = Tr \sin \sigma = Tr \sin \varphi = mgr. \alpha_N = mr \alpha_N$) al giroscopio
alrededor de su eje horizontal ^g (que pasa por el punto O_1
y que es perpendicular al plano del dibujo). Esto no produ
ce ningún error en el giroscopio, ya que la aceleración α_N
5 cambia solo periódicamente respecto al tiempo.

La figura 10 representa el giroscopio visto
desde el lado sur, sometido a la aceleración horizontal α_H .
El depósito 2 está construido como un péndulo más pesado en
su parte inferior y que gira alrededor de los ejes de aco-
10 plamiento universal 14 y 14' representados en la figura 1.
Además, el periodo de este sistema pendular es usualmente de
1 a 2 segundos y es mucho más corto que el periodo de balan-
ceo del barco de modo que tanto el alambre de suspensión 3
como el depósito 2 oscilen periódicamente en la dirección
15 resultante de la aceleración este-oeste α_E y de la acce-
lación de la gravedad g y, como resultado de ello, el eje
horizontal W' E' se inclina también de manera periódica.
Es decir que cuando la aceleración horizontal α_H en el cua-
drante NE de la figura 9, el par indicado por M_1 en la figu-
ra 11 actúa sobre el giroscopio y cuando la aceleración α_H
está en el cuadrante WS, el par M_2 es el que actúa sobre el
giroscopio. Por tanto, el par M_V permanece alrededor del
eje vertical durante un periodo produciendo un error en el
20 giroscopio (error de balanceo).

De hecho, el periodo de la aceleración oscilatoria
real de casi todos los barcos existentes es de varias veces
20 segundos o del mismo orden de magnitud y la caja 1 del
giroscopio así como el alambre de suspensión 3 forman un pón-
dulo simple respecto a la dirección norte-sur de modo que la
30

405684



caja 1 del giroscopio no puede responder a una aceleración horizontal que tenga un periodo más corto que el periodo libre de este sistema pendular como mínimo, y es muy importante que el movimiento de la caja 1 del giroscopio en la dirección norte-sur respecto al depósito 2 sea extremadamente limitado por la resistencia debida a la viscosidad del aceite de amortiguación 7 sobre la caja 1 del giroscopio. Supongamos que el centro de la fuerza debida a la viscosidad aplicada a la caja 1 del giroscopio coincide con el centro de gravedad O_1 . Por tanto, la caja 1 del giroscopio y el depósito 2 se desplazan sustancialmente como una estructura unitaria (es decir que O_2 y O_1 coinciden el uno con el otro) en respuesta a la aceleración horizontal periódica αN debida al movimiento de balanceo normalmente posible del barco, y el ángulo σ de la figura 8 es sustancialmente nulo, de modo que la fuerza de tracción T del alambre de suspensión 3 no produce ningún momento de fuerza alrededor del eje horizontal O_1 y por tanto no se produce el llamado error de balanceo. La viscosidad del aceite amortiguador 7 puede elegirse de manera que no ejerza sustancialmente ninguna influencia sobre la aceleración con periodo largo tal como el periodo de orientación hacia el norte (por ejemplo 84 minutos aproximadamente) del compás giroscópico, etc., y no se produce ninguna perturbación en la acción de orientación hacia el norte.

Se hará ahora una descripción de un dispositivo amortiguador del compás giroscópico del invento. El principio básico del dispositivo amortiguador consiste en que el par proporcional a la inclinación del eje de rotación del giroscopio sobre el plano horizontal se aplica al



405684

giroscopio alrededor de su eje vertical, habiendo sido ya
utilizado este principio en numerosos compases giroscópicos
convencionales. El dispositivo amortiguador del invento se
refiere a unos medios que permiten llevar a la práctica es-
5 te principio. Cuando el eje de rotación del compás giro-
scópico construido según lo que se ha descrito más arriba con
relación a las figuras 1 a 7 se inclina sobre el plano ho-
rizontal H-H' formando un ángulo θ , el depósito 2 se incli-
na también debido a la acción del sistema de seguimiento
10 horizontal en el mismo ángulo θ que el giroscopio en la ca-
ja 1 del giroscopio, y la caja 1 del giroscopio se desplaza
en la distancia $O_2 - O_1 = \xi$ en la dirección de B' hasta que
el alambre de suspensión 3 llegue a coincidir con la línea
vertical quedándose estacionaria en este momento la caja 1
15 del giroscopio. En otras palabras, el ángulo de inclina-
ción θ del giroscopio y el grado de movimiento ξ de la ca-
ja 1 del giroscopio en la dirección del eje de rotación res-
pecto al depósito 2 están completamente adaptados el uno al
otro. Por consiguiente, puede obtenerse una acción de amor-
20 tiguación mediante la detección eléctrica del grado del mo-
vimiento ξ , mediante la orientación de la posición de se-
guimiento del sistema de seguimiento vertical de acuerdo con
la cantidad detectada y torciendo el alambre de suspensión
3.

25 La figura 12 ilustra un modo de realización
concreto del invento aplicándose el principio que antecede
al ejemplo de la figura 5. En el presente modo de realiza-
ción, dos bobinas 14-2 y 14-3 están dispuestas adicional-
mente en los lados norte y sur de las bobinas secundarias
30 5N y 5S del dispositivo detector de desplazamiento sin con-

405684



tacto 6 de tal manera que las caras de los carretes de las bobinas 14-2 y 14-3 puedan situarse paralelamente a los dos pares de bobinas 5NE, 5NW y 5SE, 5SW. Las bobinas 14-2 y 14-3 están interconectadas de manera diferencial y sus extremidades de salida 14-1 están conectadas aditivamente a los terminales de señal 3-2 del sistema de seguimiento vertical y conectadas a continuación al devanado de control del servo motor de acimut 19 a través del amplificador 30 del servo motor. En tal caso, el sistema de seguimiento vertical produce un error de servo mecanismo que corresponde a una tensión de señal entre los terminales 14-1 que es proporcional a ξ , proporcionando un desplazamiento angular de acimut entre el depósito 2 de la caja 1 del giroscopio que corresponde a la señal entre los terminales 14-1. Por consiguiente, el alambre de suspensión 3 se tuerce proporcionalmente a ξ y ya que esta fuerza de torsión es proporcional a ξ , es proporcional al ángulo de inclinación θ del eje de rotación del giroscopio, y por tanto es posible aplicar al giroscopio un efecto de amortiguación.

La figura 13 representa otro modo de realización del dispositivo amortiguador de acuerdo con el invento, en el cual, además de las bobinas primarias 4N y 4S del dispositivo detector de desplazamiento sin contacto 6, se utiliza otro par de bobinas primarias 4E y 4W en los lados este y oeste de la caja 1 de giroscopio, otras bobinas secundarias 5EN, 5ES y 5WN, 5WS en el depósito 2 en posiciones que corresponden a las bobinas primaria 4E y 4W, y las bobinas 5EN y 5ES en el lado este y 5WN y 5WS en el lado oeste están conectadas de manera diferencial respectivamente. Por tanto, en el caso en el cual la caja 1 del

405684

10



giroscopio gira alrededor del eje vertical con relación al depósito 2, se obtiene una señal de tensión en los terminales de salida 15-1 de las bobinas mencionadas más arriba y esta señal de tensión se aplica al devanado de control del servo motor 19 de seguimiento vertical por medio del amplificador de servo motor 30, constituyendo así el sistema de seguimiento vertical. Mientras tanto, las tensiones debidas al movimiento de la caja 1 del giroscopio en la dirección norte-sur respecto al depósito 2 se obtienen en los terminales de salida diferencial de las bobinas 5EN y 5ES del lado este y de las bobinas 5WN y 5WS del lado oeste respectivamente, de modo que cuando se utilizan las tensiones de las bobinas 5WS y 5WN, se obtiene una tensión que corresponde a ξ en la figura 7 (es decir correspondiente al ángulo de inclinación θ del giroscopio) entre ambas extremidades 15-3 de un divisor de tensión 15-2. Por consiguiente, aplicando esta tensión a través del divisor de tensión 15-2 al terminal de salida 15-1 mencionado más arriba para controlar el servo motor 19 a través del amplificador 30 de servo motor, el alambre de suspensión 3 se tuerce de acuerdo con ξ para proporcionar la acción de amortiguación. Naturalmente, es posible obtener una señal de tensión añadiendo las tensiones generadas por las bobinas 5WN y 5WS así como las de las bobinas 5EN, y 5ES por medio de un amplificador operacional, un transformador o elemento parecido y estas tensiones se añaden a la entrada del amplificador de servo motor después de ser ajustadas por un divisor de tensión o elemento parecido según las necesidades, tal y como se describirá más adelante con relación a la figura 15. Huelga decir que este método tiene una mejor pre-

405684



cisión.

La figura 14 ilustra otro modo de realización del dispositivo amortiguador de acuerdo con el invento, en el cual el número de vueltas por ejemplo de las bobinas del lado este 5NE y 5SE del dispositivo detector de desplazamiento sin contacto 6 para el seguimiento de acimut (o verti cal) del ejemplo de la figura 3 se elige de modo que sea inferior al número de vueltas de las bobinas 5NW y 5SW del lado oeste. Incluso si los números de vueltas de las bobinas de los lados este y oeste son diferentes el uno del otro como se ha mencionado más arriba, las bobinas de ambos lados están interconectadas de manera diferencial y estas bobinas están además conectadas las unas con las otras de manera diferencial. Esta disposición es exactamente equivalente a la de las bobinas 5SE y 5NE y las bobinas 5SW y 5NW están conectadas diferencialmente la una con la otra respectivamente y a continuación las bobinas del lado este y las del lado oeste están conectadas diferencialmente las unas con las otras. Si los intervalos entre las bobinas primarias y secundarias del dispositivo detector de desplazamiento norte-sur son iguales en los lados norte y sur, en este caso la posición de seguimiento es exactamente la misma que si los números de vueltas de las bobinas fuesen iguales los unos a los otros y no se producirá voltaje entre los terminales de salida 16-1 mientras el eje de rotación de la caja 1 del giroscopio y una línea que une los centros de las bobinas secundarias permanezcan paralelos el uno con la otra. De hecho, cuando los intervalos entre las bobinas primarias y secundarias son diferentes en los lados norte y sur, por ejemplo cuando el lado sur baja y la caja 1 del giroscopio

405684



se desplaza en ξ en la dirección sur respecto al depósito 2, el intervalo entre las bobinas en el lado sur viene a ser más estrecho que en el lado norte, y la tensión inducida en las bobinas del lado sur aumenta en comparación con la del lado norte. Ya que el número de vueltas de las bobinas del lado oeste es superior a la de las bobinas de lado este, la salida diferencial de las bobinas 5NW y 5SW del lado oeste pasa a ser superior a la de las bobinas del lado este y, por consiguiente, una dirección en la cual el acoplamiento electromagnético entre la bobina 5SW que produce la tensión de salida más importante y la bobina primaria 4S disminuye, es decir una posición en la cual el depósito 2 se desplaza hacia arriba (hacia la derecha) en un cierto ángulo respecto a la caja 1 del giroscopio, pasa a ser un nuevo punto de seguimiento. En concreto, este método proporciona también una acción amortiguadora como en los dos ejemplos anteriores. En los ejemplos que anteceden se utilizan los amplificadores de servo motor 30 y 31 pero cuando la salida del dispositivo detector de desplazamiento sin contacto 6 es suficientemente importante y la relación de engranajes es elevada y el motor puede tener pequeñas dimensiones, no se necesitan siempre los amplificadores de servo motor 30 y 31 y el dispositivo detector de desplazamiento sin contacto 6 puede controlar directamente el motor en algunos casos.

La figura 15 representa otro modo de realización del dispositivo de amortiguación del invento. En este ejemplo, los elementos luminosos 4N1, 4S1, 4E1 y 4W1, por ejemplo diodos luminiscentes o parecidos se sitúan en la caja 1 del giroscopio en posiciones este, oeste, norte y sur en lugar de las bobinas primarias mencionadas más arriba 4N,

405684



4S, 4E y 4W y se sitúan los elementos receptores de luz 5NL1, 5NU1, 5SL1 y 5SU1, en el depósito 2 en las posiciones que corresponden a los elementos luminosos en una dirección vertical y se sitúan otros elementos receptores de luz 5EN1, 5ES1 y 5WN1, 5WS1, en una dirección horizontal. En tal caso, los elementos receptores de luz 5SL1, 5SU1 y 5NL1, 5NU1 están interconectados diferencialmente y sus salidas diferenciales 17-5 y 17-6 se substraen en un amplificador operacional 17-9 cuya salida se aplica a través del amplificador de servo motor 31 al devanado de control de servo motor de seguimiento horizontal 10, para llevar a cabo de esta manera la operación de seguimiento horizontal. Además, las salidas diferenciales 17-7 y 17-8 de los elementos receptores de luz 5ES1, 5EN1 y 5WS1, 5WN1 conectados de manera diferencial corresponden al movimiento de las extremidades este y oeste de la caja 1 del giroscopio en la dirección norte-sur, de modo que cuando se aplican estas salidas a un comparador 17-1 su salida se transforme en una señal principal de seguimiento vertical. Mientras tanto, si la salida diferencial 17-7 se aplica a un sumador 17-3 conjuntamente con la salida diferencial 17-8 después de invertir la polaridad del primero, la salida del sumador 17-3 corresponderá al grado de movimiento, ξ de la caja 1 del giroscopio en la dirección norte-sur respecto al depósito 2. Por consiguiente, la salida del sumador 17-3 se añade por medio de un divisor de tensión 17-4 a la salida del comparador 17-1 y la salida añadida se aplica a través del amplificador de servo motor 30 al devanado de control del servo motor de acimut 19, por medio del cual el alambre de suspensión 3 se tuerce de manera correspondiente a la inclinación del giroscopio sobre el plano ho-



405684

10

rizontal, aplicando así al giroscopio un par alrededor de su eje vertical y realizando la amortiguación de la acción de orientación hacia el norte del giroscopio. En el presente ejemplo, las operaciones de adición y de sustracción se realizan con la ayuda del amplificador operacional pero es evidente que cuando la señal es una señal de corriente alterna como en el ejemplo de la figura 13, estas operaciones pueden hacerse por medio de un amplificador operacional o de un transformador.

5

10

Aunque se hayan descrito los ejemplos anteriores con relación a los casos en los que se usa un acoplamiento electromagnético entre las bobinas y elementos emisores y receptores de luz como dispositivo de detección de desplazamiento sin contacto, respectivamente, el dispositivo de amortiguación del invento no se limita necesariamente a esto. Por ejemplo, se puede utilizar igualmente un dispositivo detector que emplea un elemento de Hall, o un dispositivo detector adaptado para detectar un cambio en la capacitancia de un condensador o elemento parecido. En resumen, puede utilizarse cualquier dispositivo siempre y cuando pueda orientar el punto de seguimiento del servo sistema de seguimiento de acimut de acuerdo con el grado de movimiento de la caja 1 del giroscopio en la dirección norte-sur respecto al depósito 2 para torcer el alambre de suspensión, con el objeto de proporcionar así la acción amortiguadora necesaria para la acción de orientación hacia el norte del giroscopio.

15

20

25

30

Como podrá verse en lo que antecede, de acuerdo con el invento, la operación de amortiguación puede realizarse con un método extremadamente simple y económico y

405684



ya que la operación de amortiguación se hace eléctricamente, es posible ajustar el grado de amortiguación y conseguir la amortiguación de corte que se utiliza en los barcos de guerra en el momento de hacer un viraje o maniobra parecida y sin embargo, no se usa nunca ningún dispositivo caro tal como un acelerómetro o parecido para detectar la inclinación del giroscopio.

En lo que sigue se describirá otra construcción concreta mejorada del alambre de suspensión utilizado en las figuras 1 a 3. En el caso del aparato descrito previamente con relación a la figura 1, cuando el eje de rotación del rotor del giroscopio se inclina, la fuerza de la gravedad produce una fuerza de retroceso que es proporcional a la masa eficaz correspondiente a la diferencia entre la masa total de la caja 1 del giroscopio y la fuerza ascensional total de la caja 1 del giroscopio debida al aceite 7 de amortiguación, la longitud r del brazo, es decir la distancia entre el centro de gravedad O_1 y el punto de conexión Q del alambre de suspensión 3 con la caja 1 del giroscopio de la figura 7, y el ángulo de inclinación mencionado más arriba, así como la fuerza de retroceso que actúa sobre el giroscopio. El eje de giroscopio al cual se aplica esta fuerza de retroceso es perpendicular al plano que incluye el eje de rotación y la línea de la gravedad según se ha descrito más arriba con relación a la figura 7. Para obtener el compás giroscópico según el invento con el aparato representado haciendo que el par de retroceso sea igual al par necesario para la acción de orientación hacia el norte del compás giroscópico, es necesario elegir adecuadamente la masa eficaz de la caja del giroscopio ajustando su fuerza ascensional

405684

10



5 porque la longitud r del brazo es sustancialmente igual al radio de la caja 1 del giroscopio, y este procedimiento no permite un diseño adecuado. Además, un incremento de la fuerza ascensional conduce generalmente a obtener una caja 1 de giroscopio voluminosa lo que aumenta el precio de fabricación.

10 La figura 16 ilustra un modo de realización del invento que utiliza un dispositivo de soporte de caja de giroscopio exento de los defectos mencionados más arriba. Con este dispositivo, la masa de la caja del giroscopio y la fuerza ascensional que se le aplica pueden elegirse libremente y, determinando la longitud r del brazo de acuerdo con esto, se puede obtener fácilmente una fuerza de retroceso que cumple los requisitos de numerosos aparatos giroscópicos.

15 Con referencia a la figura 16, el modo de realización descrito más arriba del dispositivo de soporte de giroscopio se describirá en lo que sigue.

20 En la figura, el número de referencia 1 indica una caja de giroscopio que contiene en ella un rotor de giroscopio 1' que gira a gran velocidad como en los ejemplos anteriores y la referencia 2 indica un depósito el cual en este ejemplo consiste por ejemplo en tres elementos de depósito. El espacio entre el depósito 2 y la caja 1 del giroscopio está lleno de aceite amortiguador 7 de la manera descrita más arriba. En el ejemplo de la figura 16, el alambre o elemento de suspensión está constituido por un alambre de suspensión superior 3-1a, dos alambres de suspensión inferiores 3-2a y 3-2a y una barra de suspensión 3-3a para acoplar los alambres de suspensión 3-1a,

25

30



405684 31 EN

3-2a y 3-2a. La extremidad superior del alambre de sus. en-
 sión superior 3-1a está sujeta en un bastidor 2b en la par-
 te superior 2a del depósito 2, y la extremidad inferior es-
 tá sujeta en la barra de suspensión 3-3a sustancialmente en
 5 el centro de la misma. Las extremidades superiores de los
 alambres de suspensión inferiores 3-2a y 3-2a están aco-
 plados a ambas extremidades de la barra de suspensión 3-3a
 y sus extremidades inferiores están acopladas a los dispo-
 sitivos de soporte 3-4 y 3-4 en los puntos Q_1 y Q_1 de los
 10 mismos que están montados en la superficie periférica de
 la caja 1 del giroscopio. Es igualmente posible omitir
 los dispositivos de montaje 3-4 y 3-4 y sujetar los extre-
 mos inferiores de los alambres de suspensión 3-2a y 3-2a
 directamente en la caja 1 del giroscopio.

15 En el caso de la utilización de un alambre de
 suspensión único de este tipo tal y como se ha descrito más
 arriba con relación a las figuras 1,2,3,7,8,y10 la distancia ver-
 tical entre el punto de acoplamiento del alambre de suspen-
 sión con la caja del giroscopio y el centro de gravedad de
 20 la caja del giroscopio no puede elegirse usualmente más pe-
 queña que el radio de la caja de giroscopio a no ser que
 la caja de giroscopio tenga una configuración especial. Sin
 embargo, cuando el alambre de suspensión está dividido en
 porciones superior e inferior según se ha descrito más arri-
 25 ba, no existe limitación respecto a la elección de los pun-
 tos de acoplamiento de la caja 1 del giroscopio con los
 alambres de suspensión inferiores 3-2a y 3-2a y la distan-
 cia r_1 entre el centro de gravedad O_1 y el punto Q_1 de la
 caja 1 del giroscopio puede elegirse según se desea, de mo-
 30 do que el compás giroscópico según el invento puede reali-

405684



zarse facilmente tan solo cambiando la longitud del brazo r_1 . En concreto, ya que es suficiente hacer que la caja 1 del giroscopio sea estanca a los líquidos, la caja 1 del giroscopio puede ser diseñada con un volumen mínimo y esto contribuye mucho a la reducción del tamaño del aparato.

En el ejemplo anterior, los alambres de suspensión 3-1a, 3-2a y 3-2a pueden estar formados de un alambre o hilo metálico pero también pueden estar constituidos por un manojo de varios hilos o alambres metálicos y además pueden utilizarse igualmente elementos en forma de tira. En resumen, no se impone limitación alguna a la construcción del alambre de suspensión siempre y cuando pueda realizar la suspensión de la caja 1 del giroscopio para conseguir el objeto del invento.

Las figuras 17A y 17B son unas vistas ampliadas de frente y laterales que representan la construcción de un ejemplo de la barra de suspensión 3-3a. Tal y como se ilustra en las figuras, la barra de suspensión 3-3a consiste en una barra propiamente dicha a y en un muelle en forma de lámina b sujeto en ella, por ejemplo por medio de tornillos c. Los dos alambres de suspensión inferiores 3-2a y 3-2a están sujetos por ejemplo por medio de las tuercas d y d a ambas porciones extremas del muelle de lámina b por sus extremidades superiores.

La figura 18 representa solamente el muelle b descrito en la figura 17B. El muelle b está formado de modo que en su estado libre, la porción central sea plana y que ambas porciones extremas estén dobladas según se indica por medio de las líneas interrumpidas en la figura. Por consiguiente, cuando se ensambla el muelle b con la

405684

31 EN



5 barra a, se aplica previamente a las porciones dobladas una carga S orientada hacia abajo. La carga S se elige de manera que sea superior a la fuerza de tracción producida por la aceleración que se encuentra durante la navegación normal y la barra propiamente dicha a así como el muelle de lámina b actúan como una sola pieza. Cuando se somete a una aceleración tan elevada que los alambres de suspensión 3-1a, 3-2a y 3-2a puedan romperse, el muelle de suspensión b sirve como muelle para impedir la rotura de los alambres de suspensión 3-1a, 3-2a y 3-2a.

10 En el ejemplo que antecede, se utiliza un muelle al cual se aplica una carga previamente pero la barra de suspensión 3-3a puede hacerse con un muelle e igualmente en este caso, se puede obtener de la misma manera el objeto mencionado más arriba.

15 Las figuras 19 y 20 ilustran unos ejemplos del invento que incorporan todas las nuevas técnicas descritas en lo que antecede. En las figuras, los números de referencia idénticos a los de la figura 1 y 16 identifican los mismos componentes. En la figura 16, la extremidad superior del alambre de suspensión 3-1a está sujeta directamente al depósito 2, mientras que en la figura 19 el alambre de suspensión 3-1a está sujeto a un elemento de suspensión 2-d sujeto en el depósito 2. En la figura 20, el número de referencia 26a indica un anillo rozante, la referencia 31a una caja externa y 32 y 33a unos niveles de burbuja para detectar la posición horizontal del anillo horizontal 12 y del depósito 2 respectivamente.

20 Las características de construcción sensacionales del invento aparecerán en lo que antecede y se resumen

405684 10



de la siguiente manera:

(1) puede obtenerse un compás giroscópico pequeño y compacto. En concreto el invento no necesita la balística de líquido que es indispensable con el compás giroscópico Sperry convencional. Además no es necesario hacer que la gravedad específica de la caja 1 del giroscopio coincida con la de un líquido de soporte como en los demás giroscopios del tipo de flotador, de modo que la caja de giroscopio puede hacerse extremadamente pequeña en comparación con los giroscopios convencionales. Además, es completamente innecesario utilizar dos giroscopios.

(2) puede obtenerse un compás giroscópico de alta precisión. No se utilizan elementos de contacto mecánico tales como rodamientos de bola o parecidos.

Incluso si se emplea un momento angular pequeño del giroscopio, puede obtenerse una gran precisión del mismo.

(3) el compás giroscópico según el invento es puramente mecánico y el mecanismo de su aparato de orientación hacia el norte es sencillo, y por tanto muy seguro. Además, la fuerza de orientación hacia el norte es producida por el mismo giroscopio, de modo que no se produce reducción de precisión debido a un error del servo mecanismo y a la zona muerta del acelerómetro.

(4) el compás giroscópico del invento puede hacerse pequeño y no se usa ningún acelerómetro costoso, de modo que se puede fabricar un compás giroscópico de alta precisión a un coste relativamente bajo.

(5) mientras el giroscopio está en estado de descanso, el eje de rotación del giroscopio se mantiene horizontal, de modo que el tiempo de ajuste de giroscopio



405684

en la operación siguiente del mismo es más corto que el tiempo correspondiente de cualquier otro compás giroscópico y esta característica es muy útil en la práctica.

5 Se observará que pueden realizarse numerosas modificaciones y variaciones sin alejarse del alcance de los conceptos nuevos del invento.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las Reivindicaciones siguientes:

REIVINDICACIONES

10 1.- Compás giroscópico constituido por una caja de giroscopio que contiene un giroscopio con su eje giratorio mantenido en posición sustancialmente horizontal, un recipiente que rodea la caja del giroscopio y que contiene un líquido, un primer dispositivo de soporte para soportar la caja de giroscopio en el recipiente, un segundo dispositivo de soporte para soportar el recipiente con tres grados de libertad, y un servo mecanismo para que el recipiente siga la caja del giroscopio alrededor de un eje en la dirección de la gravedad, caracterizado porque la caja del giroscopio está adaptada para que su peso sea superior a la fuerza ascensional que le aplica el líquido; el centro de la fuerza ascensional coincide con el centro de gravedad; el primer dispositivo de soporte está provisto de un elemento de suspensión; el elemento de suspensión está adaptado para acoplar la parte interna superior del recipiente con la caja del giroscopio de modo que este último actúe como un péndulo en el recipiente; y el punto de acoplamiento del elemento de suspensión con la caja del giroscopio se sitúa encima del centro de gravedad de la caja del giroscopio, con lo cual la fuerza proporcional a la inclinación del eje de rotación del giroscopio respecto a un plano horizontal e igualmente proporcional

15

20

25

30

By



405684

al peso residual de la caja del giroscopio se ejerce alrededor de un eje perpendicular a un plano que incluye el eje de rotación del giroscopio y una línea de gravedad del mismo para proveer el giroscopio de una acción de orientación hacia el norte.

5 2.- Compás giroscópico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza un dispositivo para detectar la desviación de la caja de giroscopio en una dirección de su eje de rotación respecto al recipiente, entre el recipiente y la caja de giroscopio para producir así un error de seguimiento en el servomecanismo en asociación con la desviación y para torcer el elemento de suspensión de acuerdo con el error de seguimiento, aplicando así una fuerza a la caja de giroscopio que corresponde a la torsión del elemento de suspensión para dotar al giroscopio de una acción de amortiguación.

10 3.- Compás giroscópico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el líquido es suficientemente viscoso para reducir la desviación de la caja del giroscopio en dirección al eje de rotación respecto al recipiente durante los períodos de balanceo y/o de cabeceo de un barco.

15 4.- Compás giroscópico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer dispositivo de soporte consiste en tres hilos de suspensión y un elemento de soporte, la caja de giroscopio está colgada de dos de los tres hilos de suspensión en dos puntos situados en su superficie externa, las extremidades libres de los dos hilos de suspensión están sujetas en el elemento de soporte respectivamente, y el elemento de soporte está soportado por el hilo de suspensión restante.

20 5.- Compás giroscópico según la reivindicación 4, caracterizado porque el elemento de soporte del primer dispositivo de soporte tiene un muelle en forma de lámina pretensado.

405684



6.- Compás giroscópico según la reivindicación 2, ca
racterizado porque el dispositivo para detectar la desviación
de la caja del giroscópio. en la dirección de su eje de rota
ción es un dispositivo captador electromagnético.

5

7.- Compás giroscópico según la reivindicación 2, ca
racterizado porque el dispositivo para detectar la desviación
de la caja del giroscopio en la dirección de su eje de rota
ción es un dispositivo captador fotoeléctrico.

10

8.- Compás giroscópico según la reivindicación 1,
caracterizado porque incluye además un servomecanismo horizon
tal de seguimiento.

15

9.- Compás giroscópico según la reivindicación 1,
caracterizado porque el segundo dispositivo de soporte incluye
un par de ejes horizontales sujetos en el recipiente en unas
posiciones perpendiculares a un plano que incluye el eje de ro
tación del giroscópio y la línea de gravedad, un anillo hori
zontal que tiene un par de rodamientos que soportan de manera
giratoria el par de ejes horizontales y un par de ejes de ac
oplamiento universal en unas posiciones sustancialmente perpen
diculares al par de rodamientos, estando el anillo horizontal
dispuesto en el exterior del recipiente, un anillo de seguimien
to que tiene un par de rodamientos que soportan de manera gira
toria el par de ejes de acoplamiento universal y un par de ejes
de seguimiento en unas posiciones sustancialmente perpendicula
res al par de rodamientos de los ejes de acoplamiento universal
y en la dirección vertical, estando el anillo de seguimiento
dispuesto en el exterior del anillo horizontal, y una bitácora
que tiene un par de rodamientos que soportan de manera girato
ria el par de ejes de seguimiento.

20

25

Re

30

10.- Compás giroscópico según la reivindicación 1,

405684

10



5
10
15
caracterizado porque el segundo dispositivo de soporte incluye un par de ejes con acoplamiento universal sujetos en el recipiente en la dirección del eje de rotación del giroscopio, un anillo horizontal que tiene un par de rodamientos que soportan de manera giratoria el par de ejes de acoplamiento universal y un par de ejes horizontales dispuestos en unas posiciones sustancialmente perpendiculares al par de rodamientos de los ejes de acoplamiento universal, estando el anillo horizontal dispuesto en el exterior del recipiente, un anillo de seguimiento que tiene un par de rodamientos que soportan de manera giratoria el par de ejes horizontales y un par de ejes de seguimiento en unas posiciones sustancialmente perpendiculares al par de rodamientos de los ejes horizontales, estando el anillo de seguimiento dispuesto en el exterior del anillo horizontal, y una bitacora que tiene un par de rodamientos que soportan de manera giratoria el par de ejes de seguimiento.

20
25
30
11.- Compás giroscópico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el segundo dispositivo de soporte incluye un par de ejes horizontales sujetos en la superficie exterior del recipiente en unas posiciones perpendiculares a un plano que incluye el eje de rotación del giroscopio y la línea de gravedad, un anillo de seguimiento que tiene un par de rodamientos que soportan de manera giratoria el par de ejes horizontales y un par de ejes de seguimiento dispuestos en unas posiciones perpendiculares al par de rodamientos de los ejes horizontales, estando el anillo de seguimiento dispuesto en el exterior del recipiente, un primer anillo de acoplamiento universal que tiene un par de rodamientos que soportan de manera giratoria el par de ejes de seguimiento y un par de primeros ejes de acoplamiento universal en unas posiciones sustancial



405684

mente perpendiculares al par de rodamientos de los ejes de se
guimiento, estando el primer anillo de acoplamiento universal
dispuesto en el exterior del anillo de seguimiento, un segundo
anillo de acoplamiento universal que tiene un par de primeros
5 rodamientos que soportan de manera giratoria el par de primeros
ejes de acoplamiento universal y un par de segundos ejes de aco
plamiento universal dispuestos en unas posiciones sustancialmen
te perpendiculares al par de primeros rodamientos de ejes de
acoplamiento universal, estando el segundo anillo de acopla
10 miento universal dispuesto en el exterior del primer anillo
de acoplamiento universal, y una bitacora que tiene un par
de segundos rodamientos que soportan de manera giratoria el
par de segundos ejes de acoplamiento universal.

12. Se reivindica por último como objeto sobre
15 el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
COMPAS GIROSCOPICO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en
la presente Memoria descriptiva, que consta de treinta y sie
te páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

20 Madrid, 9 de agosto de 1972.

BERNARDO UNGRIA

D.P.

25

30

405684

90



Fig. 1

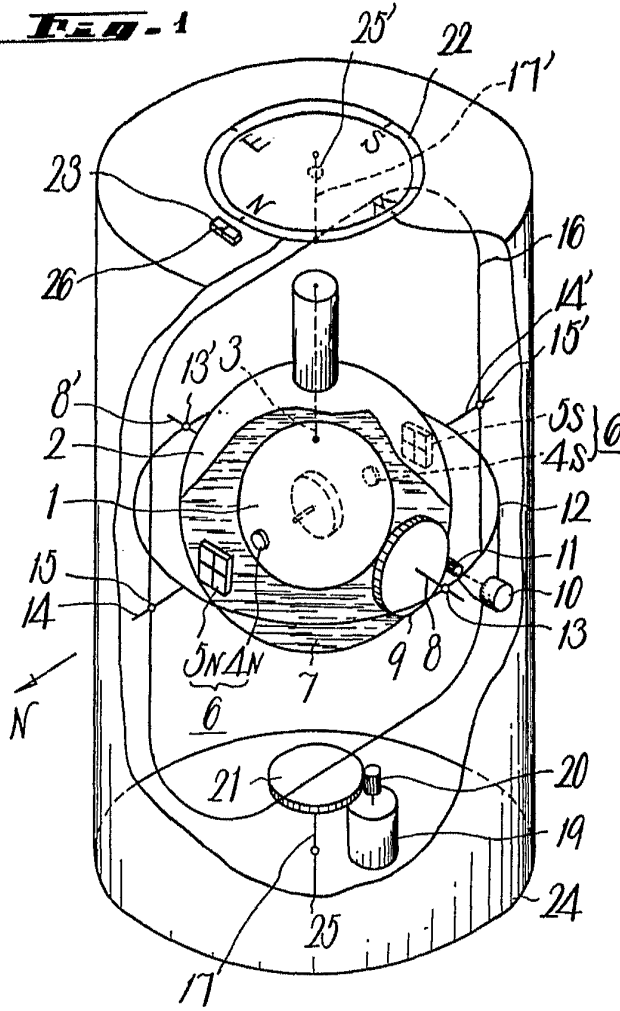
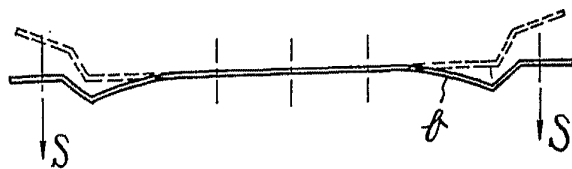


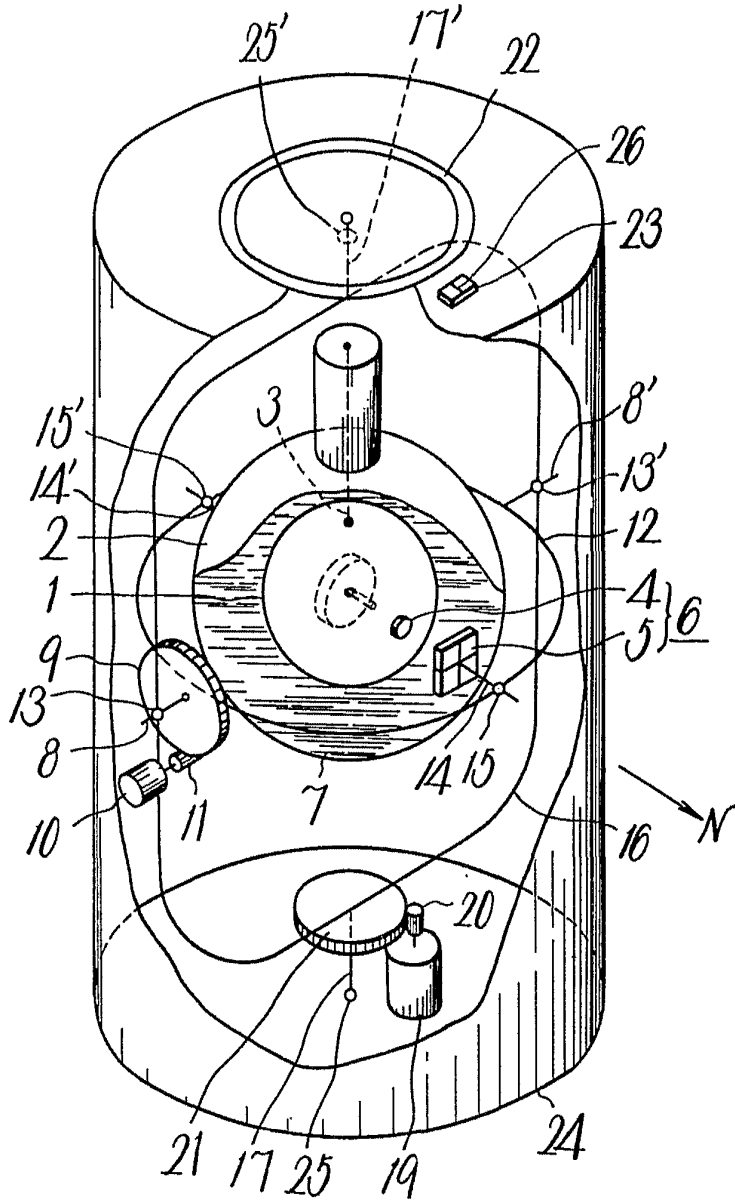
Fig. 1B



ESCALA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRICH
P. P.

405684

Fig. 2



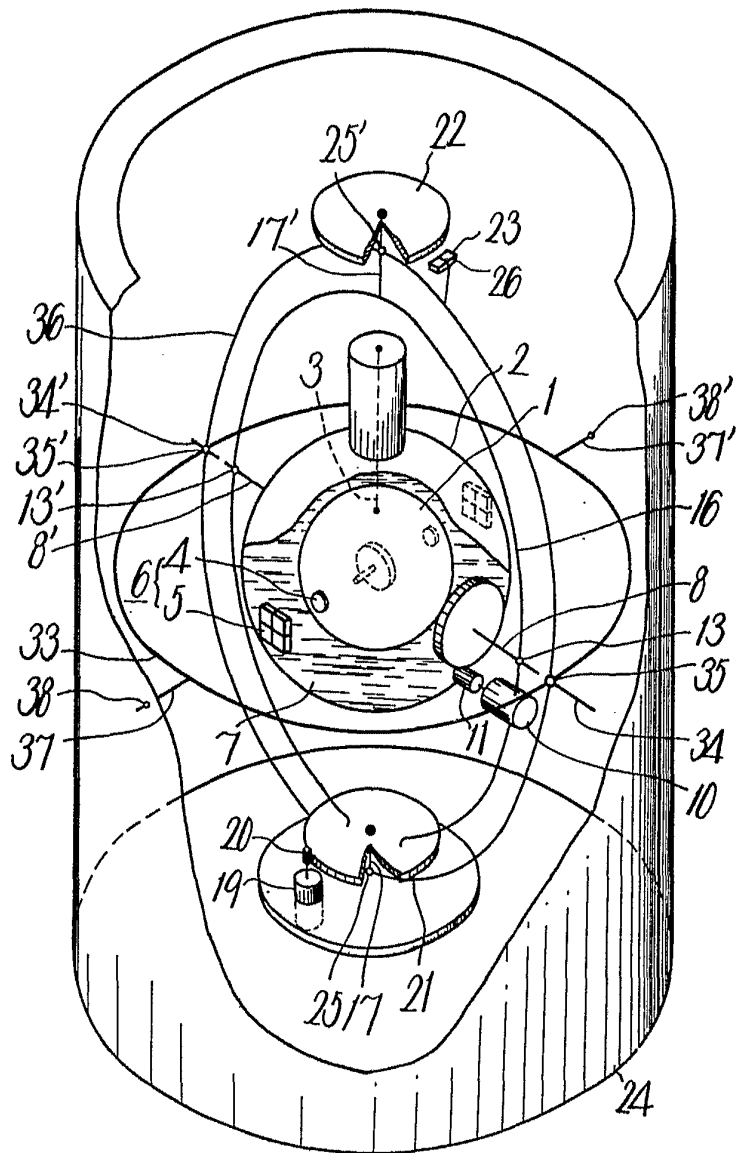
ESCALA VARIABLE
 MADRID, 9 DE agosto DE 1972
 BERNARDO UNGRÍA
 P. P.

405684



10

Fig. 3



ESCALA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684

10



Fig. 4

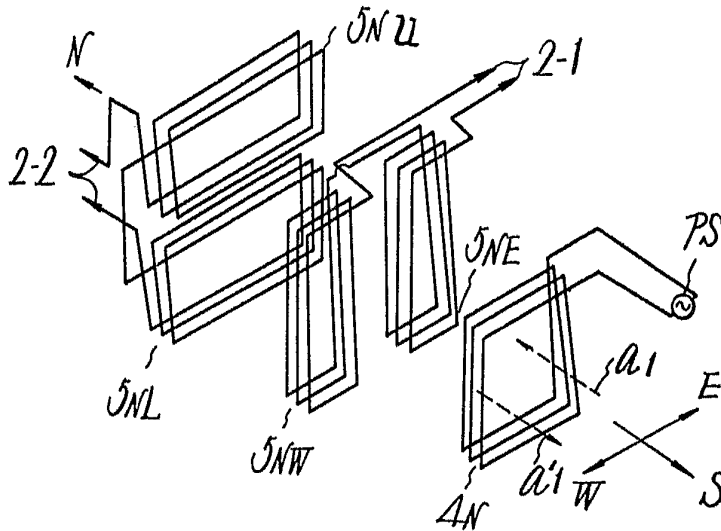
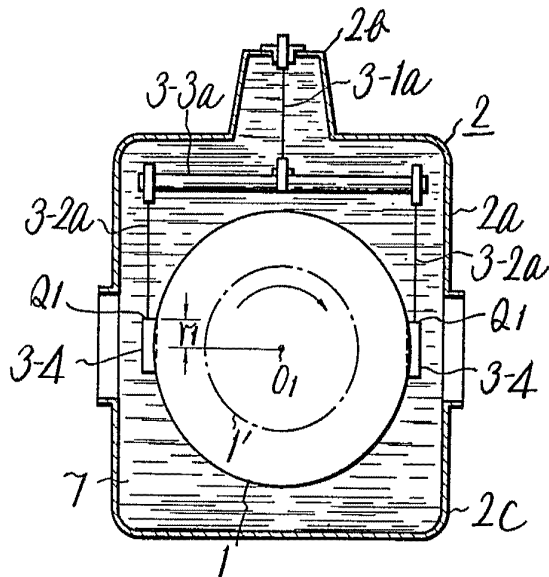


Fig. 1b



ESCALA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684



Fig. 5

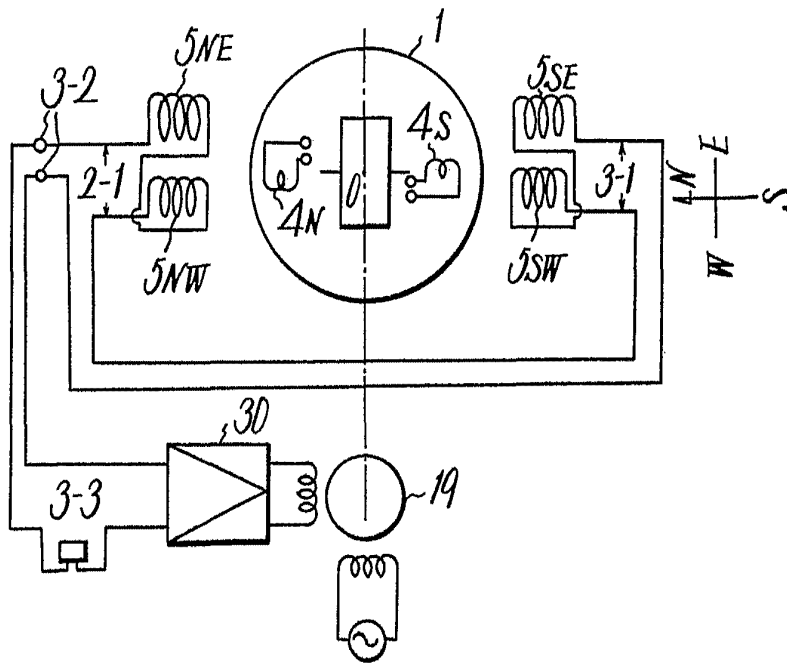
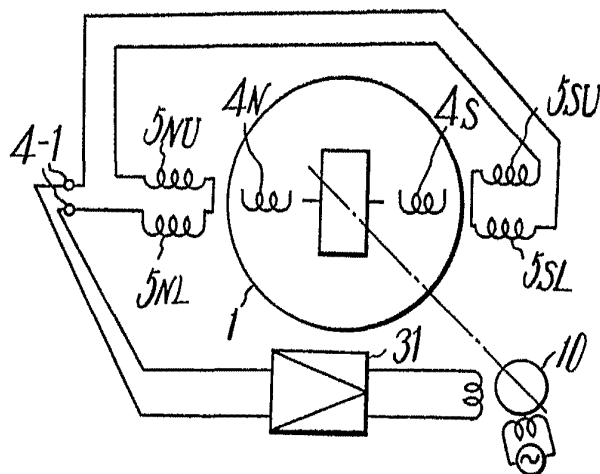


Fig. 6

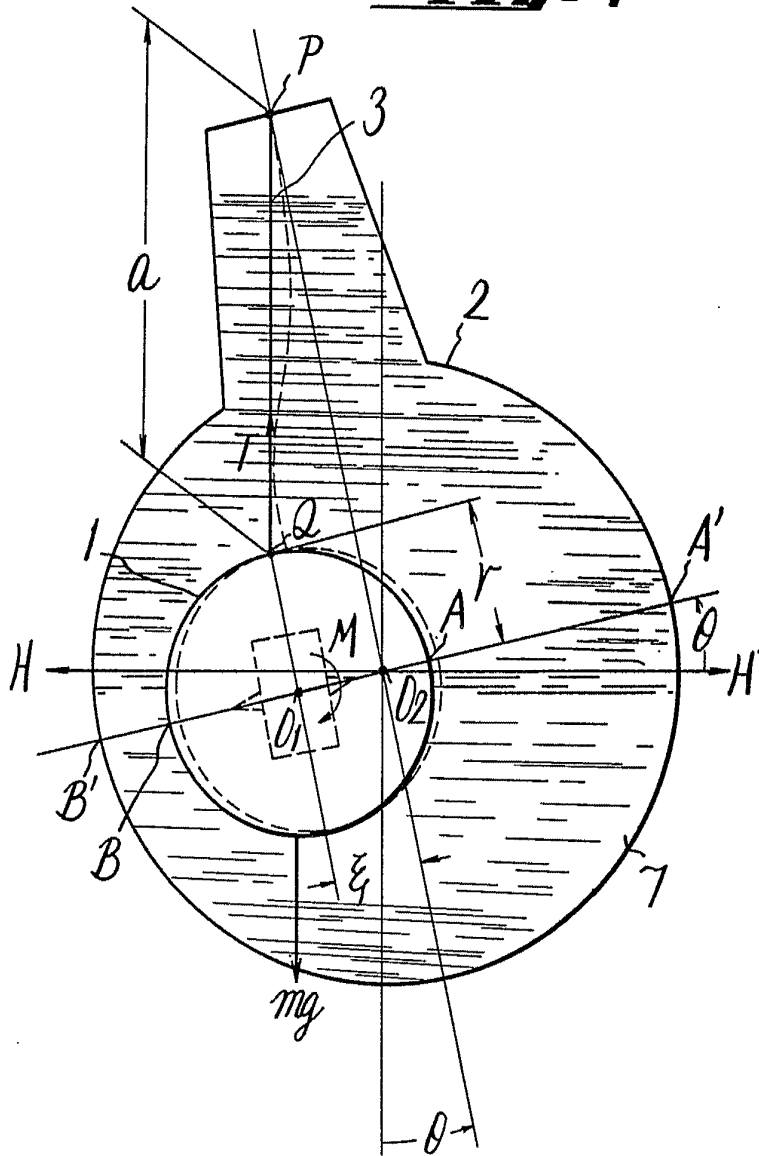


MADRID, 9 DE Agosto DE 1972
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684

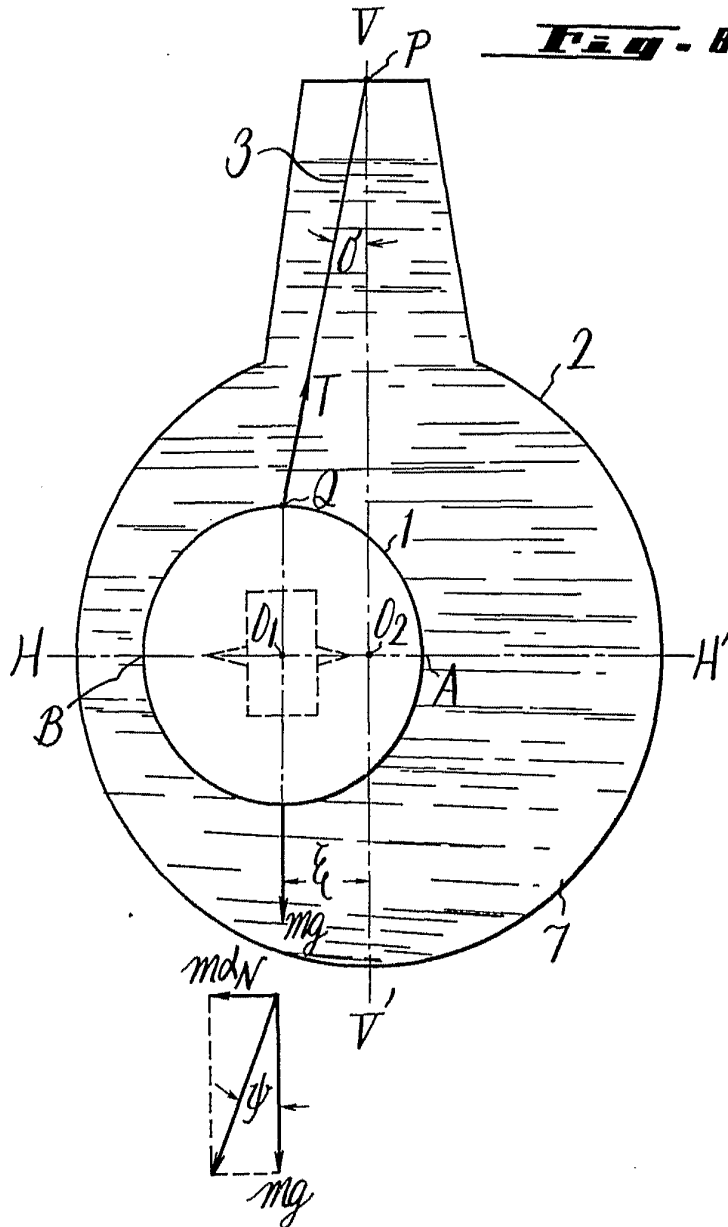


FIG. 7



BOCINA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684



MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684



10

Fig. 9

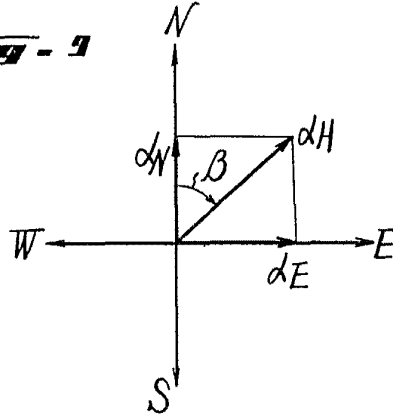
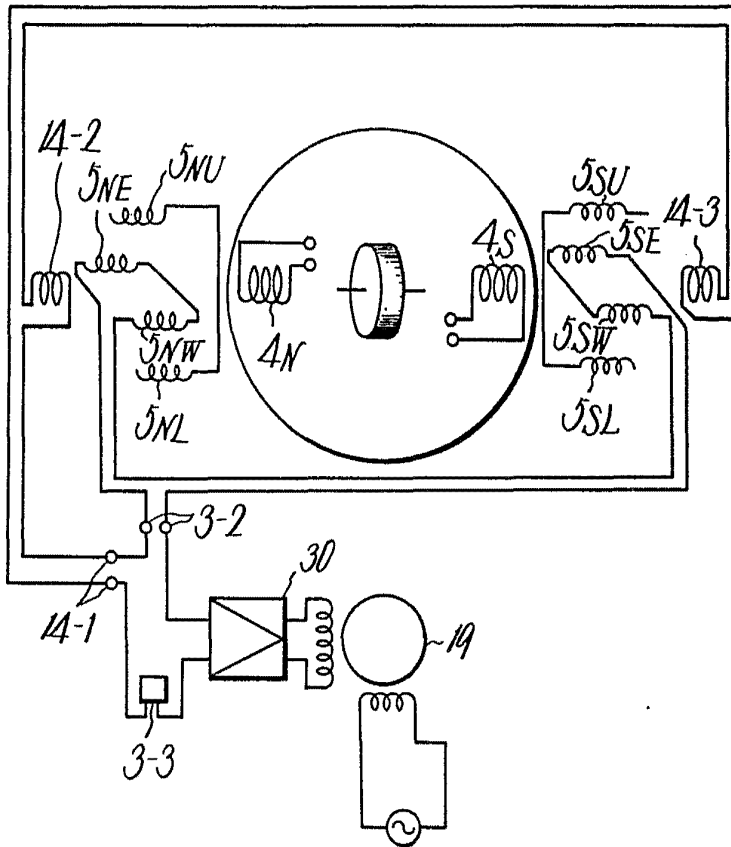


Fig. 12



MADRID, 9 de Agosto DE 19 72

BERNARDO UNGRÍA

P. P.

405684

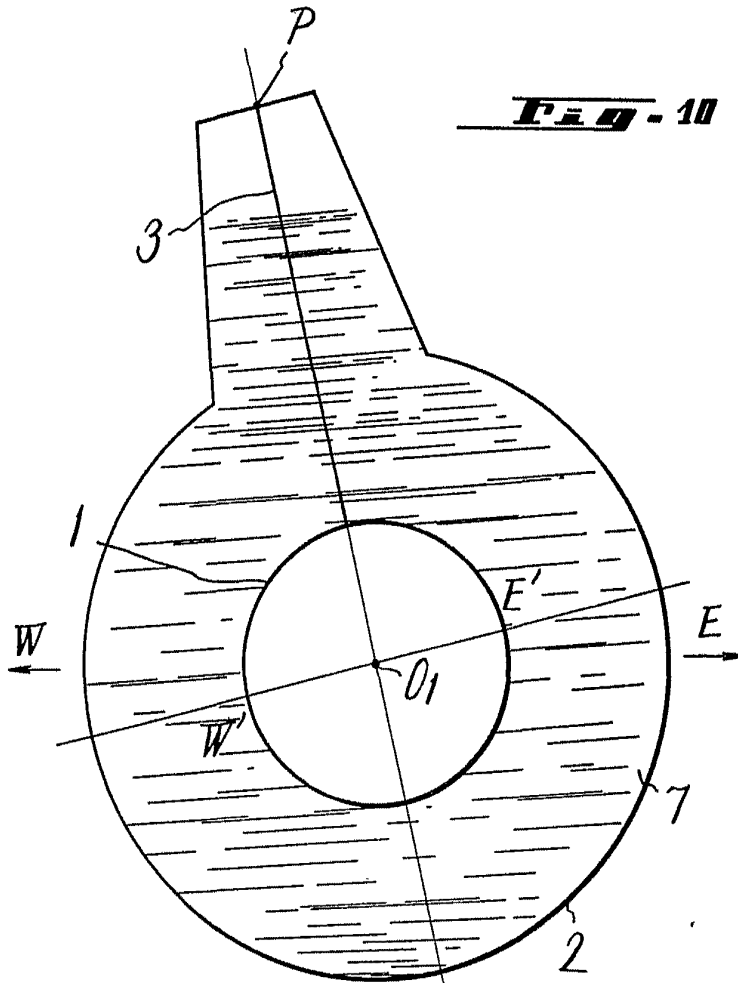
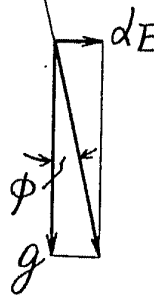


Fig. 10

Fig. 11



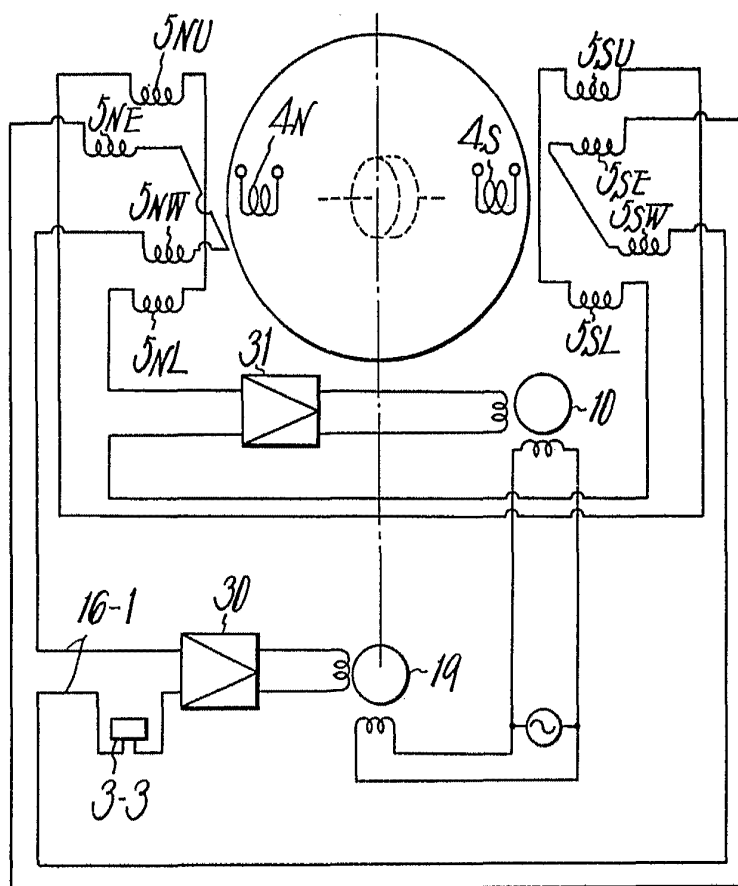
MADRID, 9 de Agosto DE 1972

BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684

10
10
1973

Fig. 14

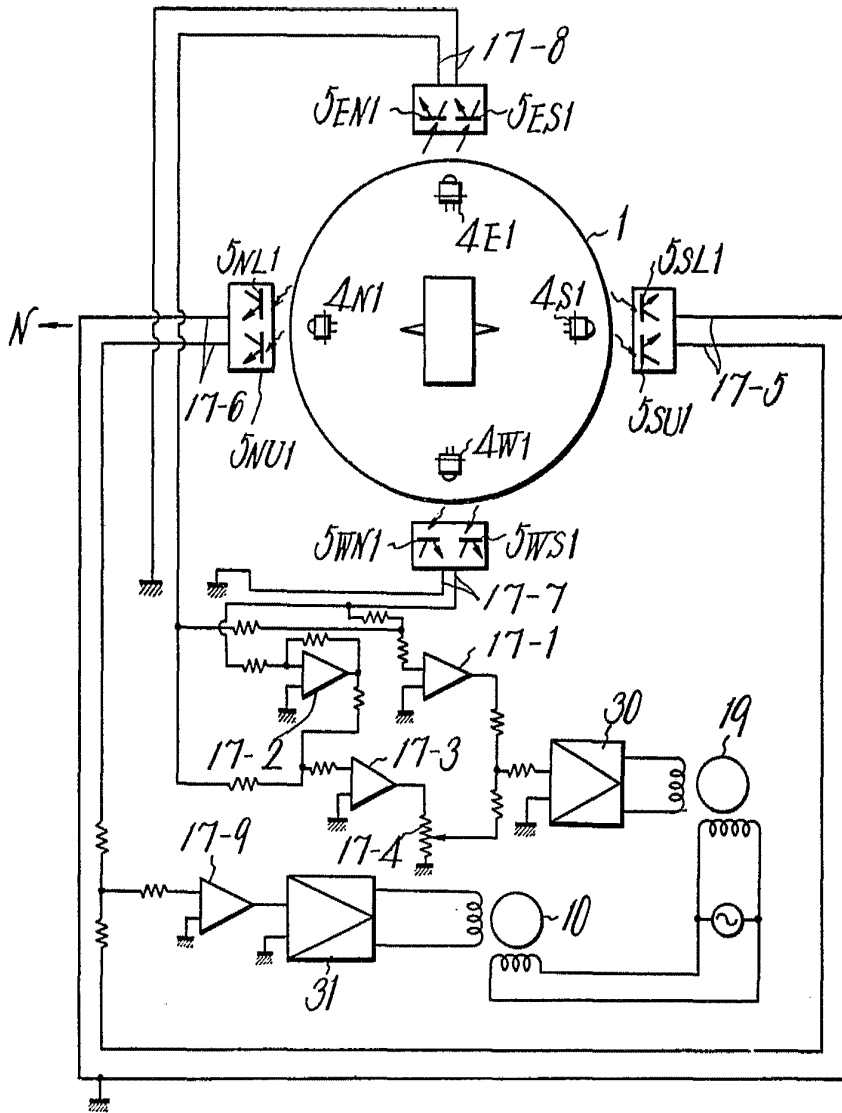


ESCALA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 1972
BERNARDO UNGRIA
P. P.

405684



Fig. 15

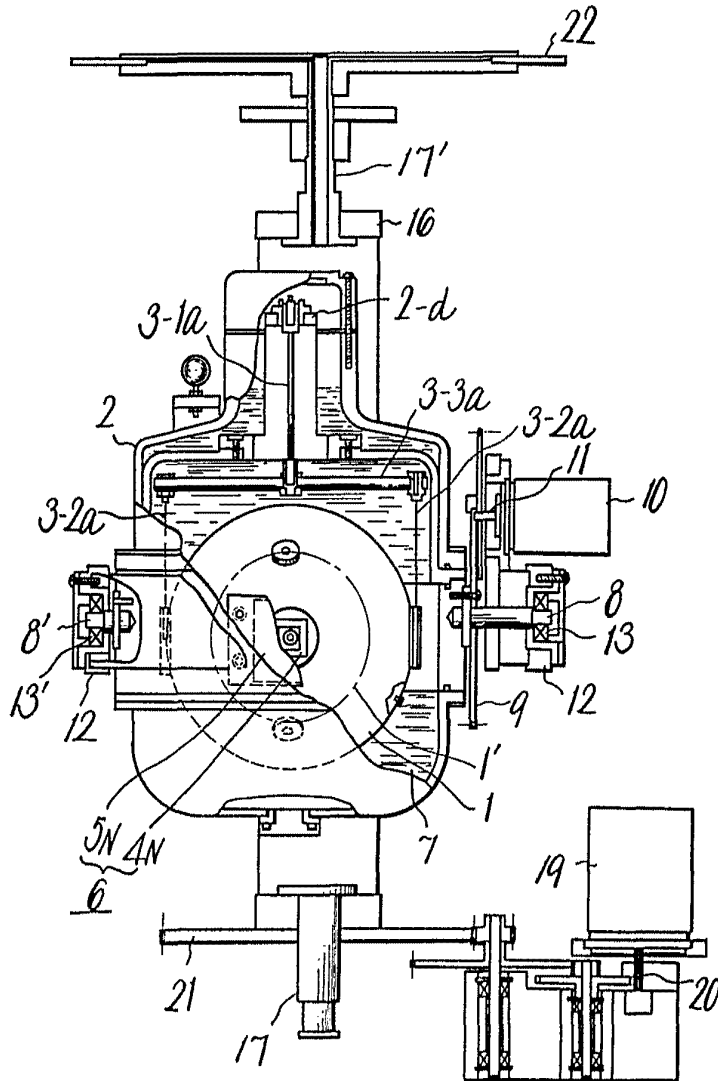


ESCALA VARIABLE
 MADRID, 9 DE agosto DE 1972
 BERNARDO UNGRÍA
 P. P.

405684



Fig. 19

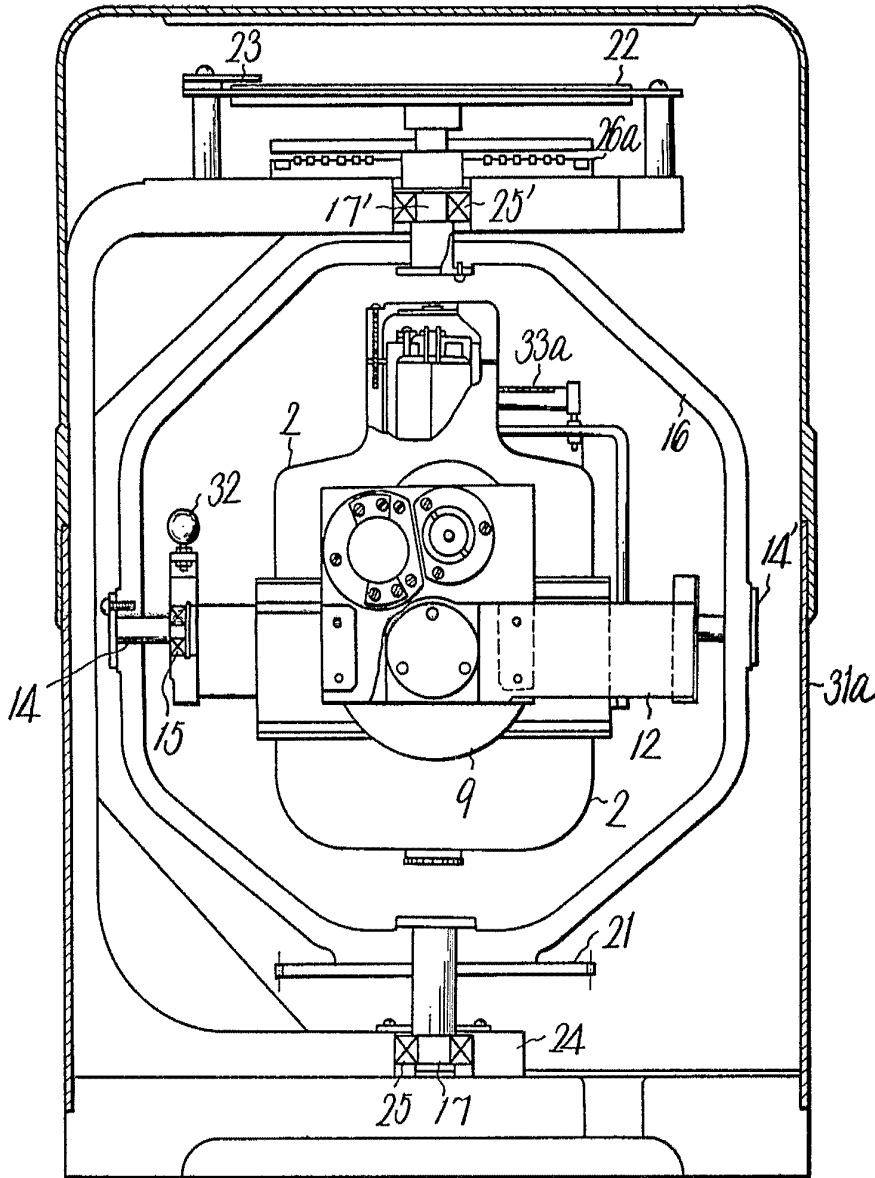


ESCALA VARIABLE
MADRID, 9 DE agosto DE 19 72
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

405684



Fig. 20



MADRID, 9 DE agosto DE 19 72
BERNARDO UNGRÍA
P. P.