

182541

P.- 6555.-

S.P. 1225



RELA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

182541 FEB. 1948

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCIÓN

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de SPERRY GYROSCOPE COMPANY, INC., entidad norteamericana, establecida en Lakeville Road and Marcus Avenue, Great Neck, Long Island, Nueva York, Estados Unidos de América, por:

"UN DISPOSITIVO DE ERCCION PARA UN GIROVERTICAL".-

Este invento se refiere a sistemas de erección para giróscopos, y, en particular, se refiere a un perfeccionamiento en un dispositivo de erección para giro-verticales que tienen una parte continuamente rotativa que contiene una masa o masas libremente movibles.

En una forma conocida en esta técnica, un dispo-



182541

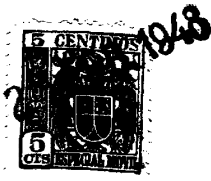
sitivo de erección de esta clase comprende una caja montada sobre el armazón de montaje del rotor del giro y girada lentamente en la dirección del rotor del giro, pero a una velocidad mucho menor, y que contiene bolas de ruedas libremente. En un dispositivo de esta clase, cuando el giro se inclina se produce un par motor de erección en cuadratura con la inclinación del giro. En la patente francesa nº 785.614 se describe una posible solución, proponiéndose a dicha patente usar una caja mecanizada en forma ligeramente cónica con espigas de retención en su periferia y que contiene diversos soportes en forma de bolas libres. La caja está montada sobre el armazón del rotor del giro y es girada por el rotor del giro, a una velocidad constante y reducida. Cuando el armazón de soporte del rotor del giro se inclina llevando consigo la caja, las bolas libres ruedan hacia el lado inferior de la caja en rotación y son transportadas por las espigas periféricas de retención en aproximadamente 180°, después de lo cual la gravedad actúa para libertar las bolas de las espigas y ruedan una vez más hacia el lado inferior de la caja. El resultado de este movimiento de las bolas libres es el de producir una fuerza efectiva en el centro de gravedad medio de la totalidad de las bolas, que se aproxima a una relación en cuadratura hacia el lado inferior de la caja. De este modo se produce un par motor en cuadratura con la inclinación del armazón de soporte del rotor del giro, y este par motor es aplicado a través de la caja para hacer que se yerga el armazón de soporte del rotor del giro. Sin embargo, se



182541

descubrieron en la práctica severas limitaciones a este sistema, porque la superficie cónica de la caja de soporte de las bolas actuaba para restringir a las bolas el libre movimiento sobre la superficie, hasta el punto de que se requería una inclinación del armazón de soporte del rotor del giro en exceso del ángulo del cóno antes de que las bolas pudieran moverse desde el centro y efectuaran de este modo la precesión. Por otra parte,, si la sección cónica fuera aplanada de modo que la superficie de soporte de las bolas de la caja se convirtiera en virtualmente plana, las fuerzas centrífugas que actúan sobre las bolas debido a la rotación de la caja tenderían a hacerlas rodar hacia la periferia y producirían de este modo una erección errática. Así, sin tener en cuenta si la superficie de soporte de las bolas de la caja girada era de forma cónica o perfectamente plana, el efecto de la aceleración centrífuga sobre las bolas forzándolas a permanecer en la periferia anulaba por completo cualquier ventaja de este tipo de sistema de erección.

La rapidez y exactitud de erección en un sistema como luego se explicará son funciones de la cantidad y del tamaño de las bolas libres, la densidad de dichas bolas, el espaciamiento de las espigas situadas en la periferia, y la velocidad de rotación del disco. Otro factor que afecta a las características de erección de tal sistema de erección es el efecto de los virajes sobre el sistema. Por consiguiente, las variables se han determinado estableciendo el ángulo de inclinación transversal al cual el par motor resultante de la aceleración centrífuga sobre la pendularidad del



182541

sistema del giro tendrá una componente de par motor igual y contraria debida a la fuerza efectiva de la gravedad que actúa sobre el centro de gravedad medio de la bola o bolas libres. Por la selección adecuada de estas variables, los errores introducidos por la fuerza centrífuga que actúa sobre la pendularidad son reducidos de un modo efectivo al mínimo durante un viraje esorado.

De acuerdo con el presente invento, se crea un dispositivo de erección para un giro-vertical que posee un armazón giroscópicamente estabilizado de la clase en la cual una caja va montada para rotación continua sobre el armazón en torno de un eje normalmente vertical, y que contiene una masa o masas libres para moverse sobre la superficie de la caja las cuales, cuando la caja se inclina al inclinarse el armazón, son llevadas en la zona periférica de la caja desde el lado inferior al lado superior, con lo cual una fuerza de gravedad efectiva que actúa en el centro de gravedad medio de la masa o masas sirve para aplicar un par motor de erección al giróscopo para erguir el armazón, caracterizado porque la superficie de soporte de la masa o masas de la caja está conformada de tal modo sobre una zona que se extiende hacia dentro desde la zona periférica que, cuando el eje de la caja es vertical, la tendencia de la masa o masas a moverse hacia la zona periférica bajo la acción de las fuerzas centrífugas debidas a la rotación de la caja es equilibrada por la tendencia de la masa o masas a moverse hacia dentro debido a la inclinación de la superficie.



182541

Ahora se describirá, a modo de ejemplo, algunas realizaciones del invento:

La figura 1 representa un instrumento de aviación que establece una referencia vertical.

5 La figura 2 es una vista en corte de un giro vertical que tiene un armazón de soporte del rotor con una caja rotativa de soporte de las bolas.

La figura 3 es una vista en corte de una forma de caja.

10 La figura 4 es una vista en corte de una forma alternativa de una caja.

La figura 5 es una vista por arriba de la caja con las bolas libres tal como aparecerían en un estado de equilibrio.

15 La figura 6 es una vista desde arriba de una caja inclinada, mostrando la distribución de las bolas.

La figura 7 indica las fuerzas activas en el centro de gravedad medio del sistema de bolas si la caja estuviera basculada.

20 La figura 8 indica las fuerzas activas en el centro de gravedad medio del sistema de bolas durante un viaje escorado.

Con referencia a la figura 1 del dibujo, se representa un instrumento giro-vertical típico para aviación, del tipo que usa un rotor de eje virtualmente vertical para establecer una referencia vertical.

25 En la figura 2 se representa un giro-vertical que tiene un rotor con un armazón 12 de soporte. Inclinable



182541

con el eje de rotación del rotor 11 hay una caja giratoria 13 que contiene una masa libre o, como en esta realización, una pluralidad de bolas libres de soporte, 14, 15, etc.

5 El eje de rotación del giro y el eje de giro de la caja no son coaxiales sino que más bien están ajustados bajo un ligero ángulo, estando el eje de rotación del giro separado en varios grados de la vertical, en una forma bien conocida en la técnica, a fin de reducir a un mínimo los errores de viraje producidos por las fuerzas centrífugas que actúan

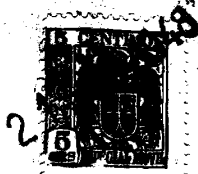
10 sobre el mecanismo erector. Así, el eje de rotación de la caja es mantenido en una posición verdaderamente vertical, estableciendo de este modo una referencia vertical, pero el eje de rotación del giro, aunque puede ser realmente vertical, está con preferencia inclinado hacia delante en varios

15 grados para corregir los errores de viraje, como se señaló en la solicitud de patente británica N° 5088 presentada el 16 de abril de 1942. La disposición de la caja de engranajes 17 sirve para efectuar esta relación y para accionar la caja desde el rotor del giro, a una velocidad constante, pero muy reducido.

20

La caja 13 se representa en sección transversal, en la figura 3. Para ilustrar el método de determinar una superficie para la caja 13, que sea normal a la resultante de las fuerzas de aceleración producidas sobre la pluralidad

25 de bolas libres colocadas sobre la misma y que giran en cooperación con ella, consideremos sólo las fuerzas que actúan sobre la bola libre 14. La fuerza de la aceleración centrífuga,  $-F_a-$ , es igual a la masa por la distancia del peso



182541

al centro de rotación por el cuadrado de la velocidad de rotación, o

$$F_a = mr\omega^2 \quad (1)$$

5 donde  $m$  = masa de la bola,  $r$  = distancia al eje de rotación y  $\omega$  = velocidad angular. La fuerza de gravedad  $F_g$ , que tira de la bola hacia abajo es

$$F_g = mg \quad (2)$$

donde  $g$  = aceleración debida a la gravedad. Siendo la fuerza resultante  $F_R$  activa a un ángulo  $\theta$ , da

10

$$\text{tg } \theta = \frac{F_a}{F_g} = \frac{r\omega^2}{g} \quad (3)$$

o como  $r \approx x$

donde  $x$  es la distancia desde el eje  $-y-$  del punto de contacto de la bola 14 con su superficie de soporte.

$$\text{tg } \theta = \frac{x\omega^2}{g} \quad (4)$$

15 Sin embargo,

$$\text{tg } \theta = \frac{dy}{dx} \quad (5)$$

substituyendo  $\frac{dy}{dx} = \frac{\omega^2 x}{g}$  e integrando

(6)

$$\text{tenemos } y = \frac{\omega^2 x^2}{2g} \quad (7)$$

20 Se verá que la ecuación (7) describe una parábola. Por tanto, para una velocidad de rotación dada, resulta posible determinar la forma o contorno exactos para la superficie de la caja 13, en la cual las bolas que se desplazan so-



MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

182541

bre: la misma hallarán siempre una superficie normal a la resultante de las fuerzas de aceleración producidas.

5 La figura 5 muestra una vista desde arriba de la caja 13, cuando el eje de rotación de la caja está en una posición verdaderamente vertical. Las bolas 14, 15, 16, están colocadas al azar en torno del eje de rotación de la caja, ya que la tendencia a que la aceleración centrífuga las envíe hacia las espigas 21, 22, 23 situadas en la periferia es contrarrestada por el contorno de la superficie de soporte de las bolas de la caja para cualquier posición de la bola. Además, se ha comprobado que aunque una superficie parabólica de soporte para las bolas es la superficie ideal para contrarrestar los efectos de las fuerzas de aceleración centrífugas que actúan sobre las bolas libres, el mismo resultado puede conseguirse efectivamente con una superficie de soporte esférica para las bolas, o cualquier otra superficie cóncava que se aproximara en esencia al contorno de la parábola. Así, la figura 4 muestra una superficie esférica aceptable 17 superpuesta sobre la superficie parabólica ideal 18.

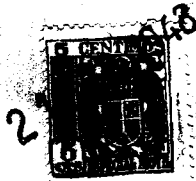
10

15

20

Los experimentos han mostrado que el adecuado espaciamiento de los compartimentos o espigas 21, 22, 23, etc. es determinable, para obtener una rapidez óptima de erección, en un sistema que proporcione un número dado de bolas libres de una densidad dada, y en que la velocidad de rotación de la caja 13 es constante. Análogamente determinable es la cantidad óptima de bolas libres y la densidad óptima de las bolas libres. Así, en una realización en la cual el

25



182541

tamaño de las bolas libres está dictado por los requisitos estructurales del rotor del giro y del armazón de soporte del rotor, la densidad del material de las bolas puede ser determinado para producir una rapidez óptima de erección.

5 Además, el espaciamiento de los compartimentos periféricos, denominados a veces en esta realización espigas de retención, afectará también a las características de erección ya que la posición del centro de gravedad resultante de las bolas en desplazamiento dependerá de la efectividad con que son  
10 efectivamente retenidas en la periferia de estos compartimentos o espigas de retención. El espaciamiento de estos compartimentos afectará también a la pendularidad del sistema, afectando con ello a las características de erección.

La figura 6 sirve para indicar la forma en la cual  
15 las bolas libres ruedan hacia el punto inferior de una caja inclinada y siendo retenidas en la periferia por las espigas de retención 21, 22, 23, etc. son llevadas en la periferia en aproximadamente 180° o hasta el momento en que la fuerza gravitatoria sobre la bola sirve para hacerla rodar  
20 libremente de las espigas de retención, y luego, una vez más, rodar hacia el punto inferior de la caja. Así, el centro de gravedad efectivo de las bolas es retirado del punto inferior de la caja a un punto en que el par motor producido por las bolas tenga una componente en relación de  
25 cuadratura con la inclinación, y otra componente, en torno del eje de inclinación, que se opone al par motor producido como resultado de la masa pendular, a que luego se hace referencia, del sistema del giro.

21F



182541

En la realización del invento que aquí se describe, se comprobó que es deseable construir la unidad para que esté equilibrada cuando comprende el rotor del giro, el armazón del rotor, y la caja y su reductor de velocidad. En esta construcción, por consiguiente, el único efecto desequilibrador era el producido cuando las bolas libres eran colocadas en la caja, dando por resultado que el sistema del giro fuera ligeramente pendular. En el párrafo que antecede se ha mostrado que durante las inclinaciones, el par motor producido por la acción de la gravedad como resultado de la pendularidad es equilibrado por una componente del par motor producido por el peso de las bolas. Ahora es deseable considerar el efecto de esta pendularidad durante un viraje de una nave en la cual pueda montarse el instrumento. El efecto de las bolas libres puede ser considerado el mismo que si la suma de sus masas estuviera situada en su centro de gravedad efectivo. Con referencia a la figura 7, si el eje -y- de la caja 13 estuviera inclinado en un ángulo  $\alpha$  en torno del eje -x- la fuerza coordinada en el centro de gravedad medio de las bolas libres sería como se ha representado; siendo la componente hacia el exterior igual a la masa por la aceleración de la gravedad por el seno del ángulo de inclinación, o  $mg \sin \alpha$ ; siendo la componente hacia abajo masa por aceleración debida a la gravedad, o  $mg$ .

Durante un viraje el giro está sometido a un par motor debido a la fuerza centrífuga de aceleración que actúa sobre el centro de gravedad del sistema que está por



EB. 1948

182541

debajo del centro de soporte, debido a ser pendular, y también a otro par motor debido a la gravedad que actúa en el centro de gravedad medio de las bolas en torno del eje -x- y a una distancia  $d_0$  del eje -y-. En lo que sigue se hace referencia a la expresión "ángulo de inclinación transversal" más bien que a la expresión más específica "proporción de viraje", siendo admisible este uso ya que se ha reconocido que en una proporción dada de viraje, una aeronave toma la posición que tomaría un péndulo libre si estuviera sometido a la misma proporción de viraje. Esta posición es conocida como ángulo de inclinación transversal y como es una función directa de dicha proporción de viraje, se usa como medida para la misma. Así, en la figura 8, durante un viraje estando establecido, el punto fijo del giro, las fuerzas de aceleración centrífugas que actúan sobre el centro medio de gravedad de las bolas libres están representadas por  $mg \operatorname{tg} \theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo de inclinación transversal, y es retirado del punto fijo del giro en la distancia  $d_p$ .

El par motor pendular puede representarse por  $T_p$  y viene dado por

$$T_p = d_p mg \operatorname{tg} \theta$$

El par motor producido por la gravedad que actúa sobre el centro medio de gravedad del sistema de bolas, denominado a veces la componente del par motor anti-pendular, a una distancia  $d_0$  del eje X, viene dado por

$$T_g = mgd_0$$



182541

Como quiera que estos pares motores están en oposición entre sí, se desea que sean de igual magnitud, eliminando de este modo o reduciendo cualquier error debido a la pendularidad del sistema. Igualando  $T_p$  y  $T_g$  tenemos

5

$$mgd_c = d_p mg \operatorname{tg} \theta$$
$$\operatorname{tg} \theta = \frac{V}{d_p}$$

Así, para una proporción normal de viraje, que produce un ángulo fijo de inclinación transversal, el sistema del giro puede estar diseñado de modo que el par motor producido por la fuerza de aceleración que actúa durante tal viraje sobre la pendularidad de un sistema de giro sea equilibrado por un par motor componente, el par motor antipendular del sistema de erección, debido a la acción de la gravedad sobre el centro medio de gravedad de las bolas.

15

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 16 de mayo de 1946, bajo el número 670.263, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial y a los derivados de los Decretos de Moratoria del 7 de febrero y 4 de julio de 1947.

20

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

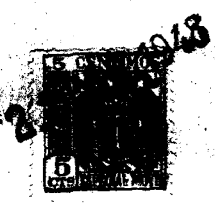


182541

5 1°.- Un dispositivo de erección para un giro-  
vertical que tiene un armazón estabilizado giroscópicamente,  
de la clase en la cual una caja está montada para rotación  
continua sobre el armazón en torno de un eje normalmente  
vertical y que contiene una masa o masas libres para mover-  
se sobre la superficie de la caja, las cuales, cuando la  
caja se inclina con la inclinación del armazón, son arrastrá-  
das en una zona periférica de la caja desde el lado bajo al  
lado alto, con lo cual una fuerza de gravedad efectiva que  
10 actúa en el centro medio de gravedad de la masa o masas sir-  
ve para aplicar un par motor de erección al giróscopo para  
erguir el armazón, caracterizado porque la superficie de  
soporte de la masa o masas de la caja está conformada de tal  
modo sobre una zona que se extiende hacia dentro desde la  
15 zona periférica que, cuando el eje de la caja es vertical,  
la tendencia de la masa o masas a moverse hacia la zona peri-  
férica bajo la acción de las fuerzas centrífugas debidas a  
la rotación de la caja es equilibrada por la tendencia de la  
masa o masas a moverse hacia dentro debido a la inclinación  
20 de la superficie.

2.- Un dispositivo de erección según se reivindica  
en el punto 1, en el cual la superficie de soporte de la masa  
o masas de la caja está conformada de tal modo que una sección  
transversal vertical a través de su eje sea parabólica.

25 3.- Un dispositivo de erección para un giro-vertical  
que tiene un armazón giroscópicamente estabilizado de la clase  
en la cual una caja está montada para rotación continua sobre  
el armazón en torno de un eje normalmente vertical y que con-



182541

5 tiene una masa o masas libres para moverse sobre la superficie de la caja, las cuales, cuando la caja se inclina con la inclinación del armazón, son arrastradas en una zona periférica de la caja desde el lado inferior al lado superior con lo cual una fuerza de gravedad efectiva que actúa en el centro medio de gravedad de la masa o masas, sirve para aplicar un par motor de erección al giróscopo para erguir el armazón, caracterizado porque la superficie de soporte de la masa o masas de la caja está conformada de modo que una sección transversal vertical a través de su eje es un segmento de un círculo, con lo cual la tendencia de la masa o masas a moverse hacia la zona periférica bajo la acción de las fuerzas centrífugas debidas a la rotación de la caja es en esencia equilibrada por la tendencia de la masa o masas a moverse hacia dentro debido a la inclinación de la superficie.

20 4.- Un dispositivo de erección según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores 1 a 3, en el cual la caja está provista de una pluralidad de espigas de retención espaciadas en torno de su periferia, las cuales sirven para retener la masa o masas en la zona periférica durante su desplazamiento en la periferia cuando el armazón y la caja se inclinan.

25 5.- Un dispositivo de erección según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores 1 a 4, para un giro-vertical en el cual el armazón giroscópicamente estabilizado está montado pendularmente, caracterizado porque durante una inclinación el efecto de la fuerza de gravedad

21 FEB 1948

182541

LA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

sobre la pendularidad del armazón es equilibrado por una componente de la fuerza de gravedad efectiva que actúa en el centro medio de gravedad de la masa o masas.

5 6.- Un dispositivo de erección según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores 1 a 4, para un giro-vertical en el cual el armazón giroscópicamente estabilizado está montado pendularmente, caracterizado porque a la acción de las fuerzas centrífugas sobre la pendularidad del armazón durante un viraje de la nave sobre la cual pueda estar montada el giro-vertical, se opone una compo-  
10 nente de la fuerza de gravedad efectiva que actúa en el centro medio de gravedad de la masa o masas cuando se han despla- zado a la periferia bajo la acción de estas fuerzas centri-  
15 fugas.

7.- Un dispositivo de erección según se reivindi- ca en cualquiera de los puntos anteriores, en el cual la masa o masas comprende (n) una o más bolas que ruedan libre-  
20 mente.

8.- Un dispositivo de erección para un giro-ver- tical, en esencia como se ha descrito con referencia a los dibujos anejos.

9.- Un dispositivo de erección para un girovertical. Tal y como se ha descrito en la Memoria que antee-  
25 de representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de quince hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 21 FEB. 1948

P. A.  
Alberto de Elzabur

Por Poder  
*[Signature]*

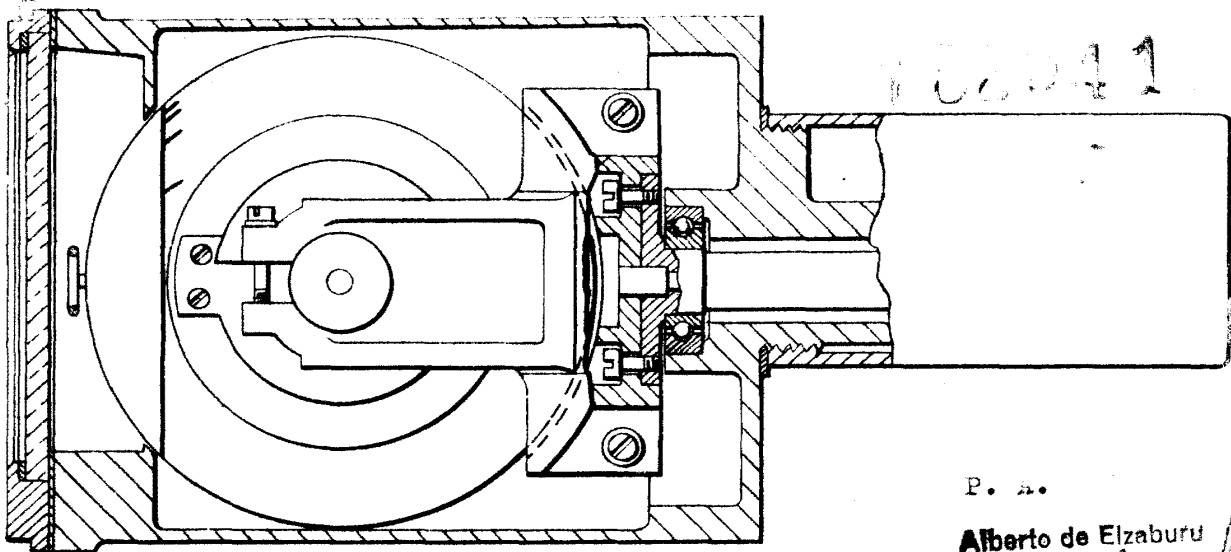


182541

ESCALA VARIABLE.- SPERRY GYROSCOPE COMPANY INC.-

I/I.HI

FIG. 1.

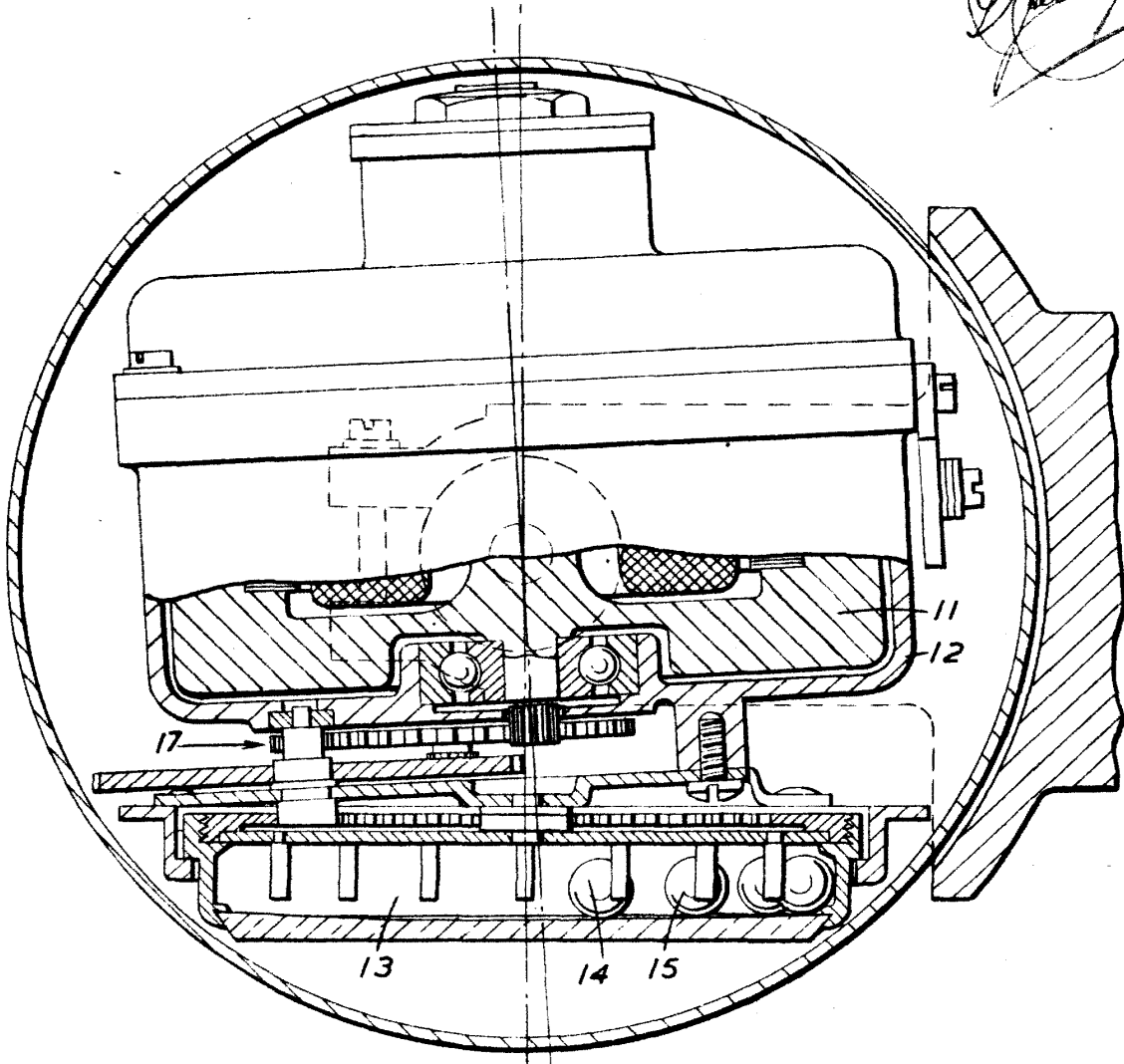


182541

P. a.

Alberto de Elizaburu

FIG. 2.



182541

SCALE VARIABLE.- SPERRY GYROSCOPE COMPANY, INC.-

II/III.-

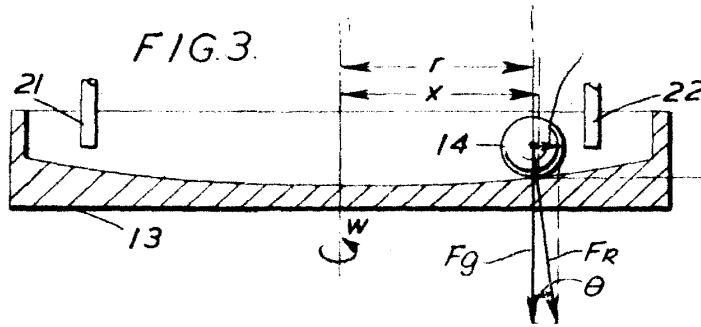


FIG. 4.

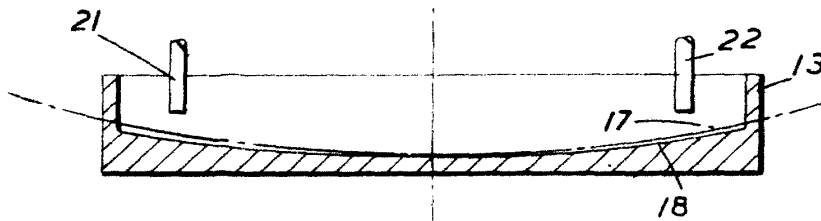
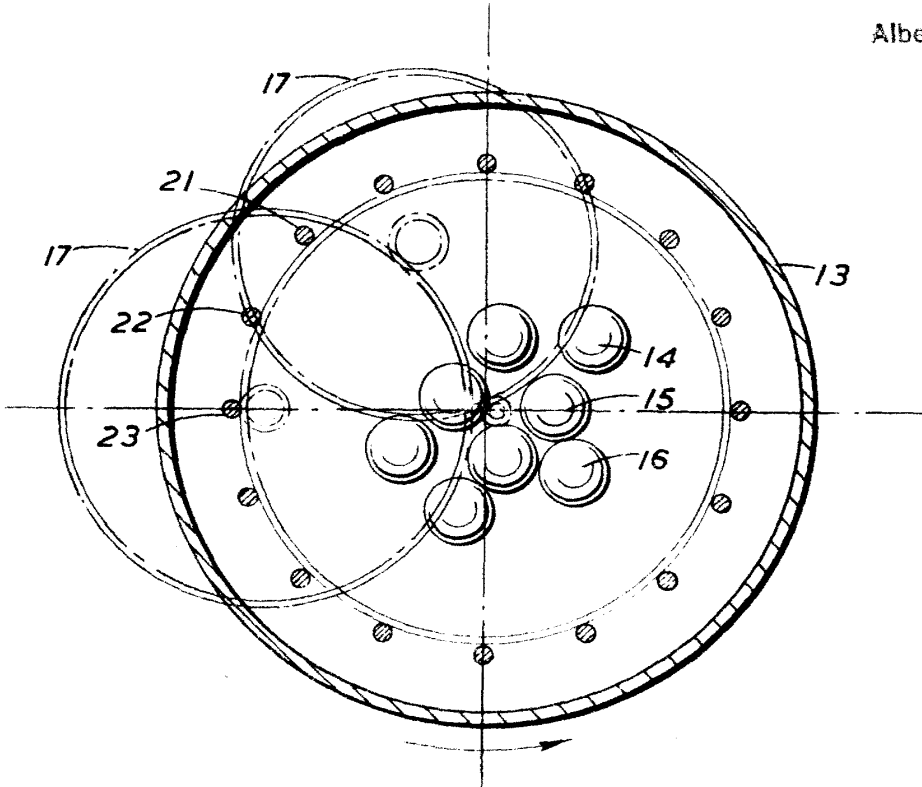


FIG. 5.



P. A.

Alberto de Elizaburu

Por Poder  
*Alberto de Elizaburu*

182541

ESCALA VARIABLE.- SPERRY GYROSCOPE COMPANY INC.-

1EL/III.-

FIG.6.

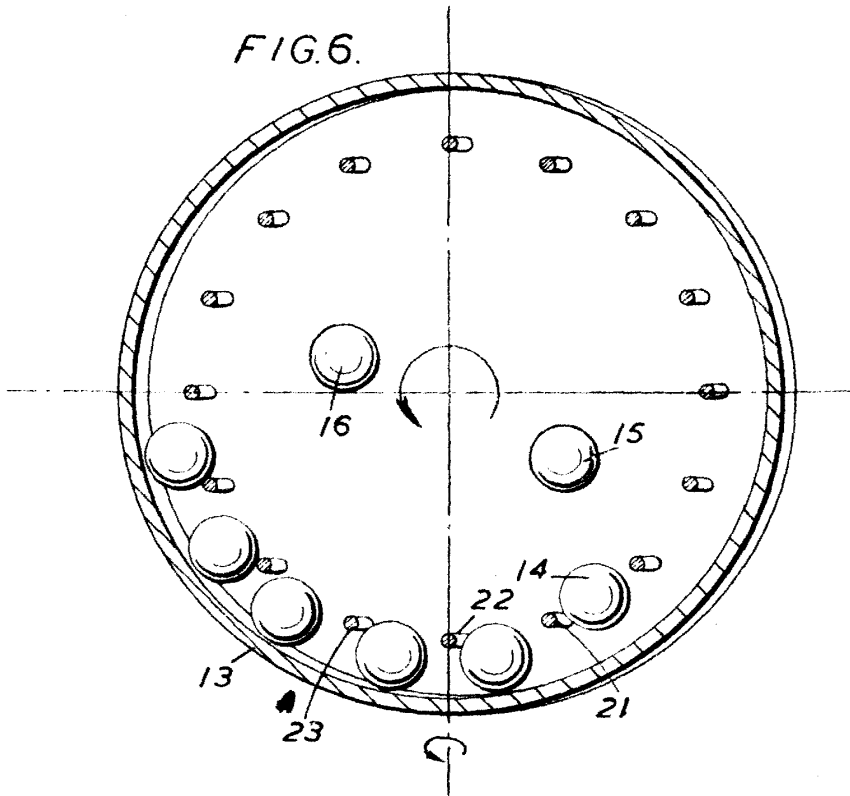


FIG.7.

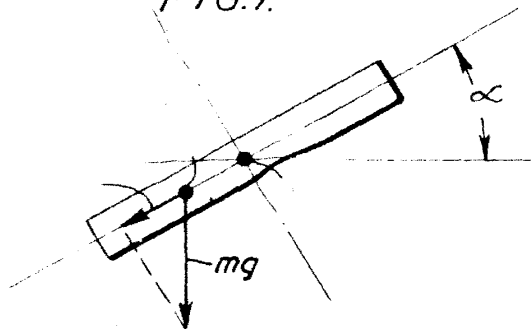
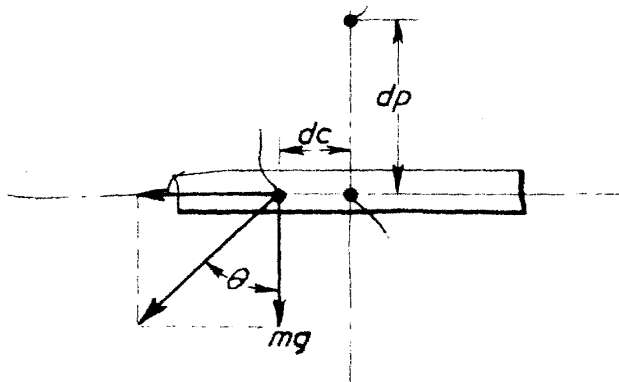


FIG.8.



P. A.

Alberto de Elizaburu  
Pat. Power