

168989



168989

19 FEB. 1945

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de GYRO-BALANCE CORPORATION, entidad norteamericana,
establecida en 1 Seneca Place, Greenwich, Connecticut, Estados
Unidos de América, por:

"UNA MAQUINA EQUILIBRADORA".-

=====



49 FEB 15 1945

168989

Este invento se relaciona a máquinas equilibradoras, y más particularmente a máquinas equilibradoras dinámicas para descubrir las fuerzas de desequilibrio periódicas de un cuerpo giratorio, y proporcionando una indicación visual u otra de la magnitud y orientación de tales fuerzas, permitiéndose de tal manera la aplicación de agregados o de remociones correctivos de peso en el propósito de impartirle un equilibrio perfecto. Por medio de tales dispositivos se puede proporcionar un equilibrio dinámico adecuado a ejes giratorios, árboles, rotores de máquinas eléctricas y a otras piezas dotadas de movimiento.

El objeto general del invento abarca la realización de un aparato y sistema novedoso y perfeccionado para la determinación del desequilibrio de tales cuerpos a cualquier velocidad deseada de rotación.

Otro objeto del invento abarca la realización en una máquina de esta clase de una disposición de aparatos de captación para la señal indicadora del desequilibrio, por la cual se evitará la resonancia, especialmente las resonancias situadas dentro o en la proximidad de las frecuencias que han de observarse; y que transmitirán substancialmente la totalidad de las fuerzas de desequilibrio a los dispositivos de captación sin derivar-



168989

las por cojinetes o medios de soporte que destrabarian los dispositivos de captación de una porción de las fuerzas de desequilibrio.

Otro objeto del invento abarca la realización, en una máquina de esta índole general, de medios para soportar cada extremidad de un cuerpo giratorio que ha de probarse sobre un par de elementos de captación, desplazándose los elementos de cada par angularmente uno con respecto al otro en torno del eje de rotación del cuerpo, y de preferencia dispuestos a soportar de por sí substancialmente la totalidad del peso del cuerpo o a resistir substancialmente la totalidad de los efectos del desequilibrio, haciendo de tal manera efectivos los objetos anteriormente mencionados del invento.

Se pondrán aparentes otros objetos y otras características de novedad de la siguiente descripción al leerse en relación con los dibujos acompañantes en los cuales ciertas formas de llevar a la práctica del invento se vienen ilustrando a título de ejemplo.

En los dibujos:

La Figura 1 es una vista algún tanto diagramática en alzado de punta de una disposición de captación enseñando un soporte corredizo para el cuerpo giratorio;

La Figura 2 es una vista semejante enseñando un soporte elástico o flexible;

La Figura 3 es una vista diagramática semejante en alzado de punta de un soporte de apoyo según los principios del invento actual, en el que se usan dos elementos de captación angular-



162989

mente separados;

La Figura 4 es una vista en planta algún tanto diagramática de una máquina equilibradora del tipo sugerido en la Figura 3, por que se viene soportando el cuerpo giratorio a cada extremi-
5 dad por un par de dispositivos de captación;

La Figura 5 es un diagrama que ilustra los principios de agregar fracciones de tensión, involucrados en el invento actual;

Las Figuras 6 y 7 son diagramas eléctricos ilustrando dos
10 otras modalidades para agregar las fracciones de tensión;

La Figura 8 es un diagrama eléctrico dibujando una red de prorratio para amplificar y distribuir las tensiones genera-
das en diversos puntos de captación;

La Figura 9 representa una modificación de una parte del
15 sistema mostrado en la Figura 8, por la cual puede usarse al-
ternativamente para las captaciones a cualquiera de las dos
extremidades del cuerpo un amplificador final;

La Figura 10 es un diagrama de atenuación, prorratio y de
20 amplificación de los circuitos para un sistema indicador de
equilibrio.

La Figura 11 es una modificación del sistema indicado en
la Figura 10, en el cual se usa sólo un indicador; y

Las Figuras 12-15 inclusive son diagramas de la pieza de
ensayo y del tubo de rayos catódicos y de la pantalla indicando
25 las posiciones correlativas de la pieza y de la señal visual.

Las máquinas equilibradoras dinámicas se destinan a medir,
en amplitud y fase, la vibración o trepidación de un rotor im-

19
16-989

perfectamente equilibrado en sus cojinetes. Para obtener indicaciones correctas deben evitarse las resonancias y otras fuentes de distorciones de fase. Vale ésto no solamente al equipo indicador eléctrico usado en relación con prácticamente todas tales máquinas, sino también a resonancias mecánicas, en o en la proximidad de la escala de frecuencias observadas, de elementos que conducen las presiones o empujes en los cojinetes a los dispositivos eléctricos usados. Resultan no menos perturbadoras las resonancias de estas fuentes que las que se producen en el equipo eléctrico, y que se eliminan con menor facilidad.

En las condiciones verdaderas de marcha, no pueden considerarse ningunas de estas piezas mecánicas como ya sea sin peso o perfectamente rígidas, por lo tanto las resonancias inevitables de estas fuentes deben ser tan pocas que posible, deben encontrarse bastante encima de la escala de frecuencias observadas, y deben ser amortiguadas en forma casi aperiódica. Los más perturbadores en tales sentidos han de estar aquellos dispositivos que se usan para soportar los cojinetes en sus propias posiciones mientras que se les permite la libertad para transmitir las vibraciones o trepidaciones a los elementos eléctricos de captación.

Pueden eliminarse de la consideración, por lo tanto, varios tipos de soportes de cojinetes que han sido propuestos en el estudio del invento actual. Por ejemplo, se ilustra en la Figura 1 de los dibujos, en forma algún tanto diagramática, un soporte de cojinetes provisto de una ranura o rebajo rectangular



16 989

179 FEB 5 1945

en el cual pueden deslizarse las mitades 12 de cojinetes en forma vertical. El eje 15, ejemplificando el cuerpo que ha de equilibrarse, está montado para permitir un movimiento de rotación en el elemento 12 del cojinete. Un dispositivo piezo-eléctrico 16, que puede constar de la pila o montón convencional de placas de cristal de cuarzo, está dispuesto entre el elemento inferior de soporte y el soporte 10 para sostener el peso del cuerpo de ensayo y para registrar las trepidaciones periódicas que forman las vibraciones debidas al desequilibrio del cuerpo. Para los movimientos muy pequeños involucrados en la detección de estas vibraciones, pueden dejarse fuera de consideración tales cojinetes deslizándose entre los órganos de guía como en la Figura 1 debido a la interferencia ocasionada por el rozamiento entre los cojinetes 12 y el rebajo 11.

Evitan esto los soportes elásticos, tales como se muestran en la Figura 2 de los dibujos, presentando ellos sin embargo otros inconvenientes. En la Figura 2 va conectado el soporte 10' del cojinete con el elemento inferior 12' del cojinete mediante el alma relativamente delgada 14. Los demás elementos del soporte, incluyendo el eje y las disposiciones de captación, pueden resultar los mismos que se muestran en la Figura 1. Tal soporte elástico, a no ser que extremadamente flexible, desempeña el papel de shunt o derivación al dispositivo de captación destrabándolo de una parte de la presión de trepidación. Así, reducen estos soportes la sensibilidad y se prestan también con facilidad a introducir una resonancia inamortiguada dentro de la escala observada de frecuencias.

Se propone por lo tanto utilizar, en la prosecución del

19 FEB



168989

invento actual, un dispositivo eléctrico de captación que sirve de por sí como el órgano que soporta los cojinetes y para excluir substancialmente todos los demás órganos de apoyo. Se muestra una tal disposición en la Figura 3 de los dibujos. Se ha provisto un fundamento robusto o soporte de cojinete 20 que va dotado de muescas como a 21 para acomodar los soportes del eje y los elementos del pick-up o dispositivo de captación. Se lleva en las mitades 22 del cojinete el eje 15 que ya sea compone o forma una parte del cuerpo que se ha de probar. Van dispuestas entre la mitad inferior del cojinete y la superficie inclinada de la parte entallada 21 del soporte 20, dos pilas de placas Q1 y Q2 de cristal piezo-eléctrico, que están conectadas eléctricamente con dispositivos amplificadores e indicadores apropiados, algunos de los cuales se describirán más tarde. Pueden colocarse estos elementos de captación Q1 y Q2 con cualquier separación angular alrededor del eje del cuerpo de ensayo substancialmente mayor de 0° y substancialmente menor de 180°, de manera a proveer el apoyo vertical y lateral necesario para el cojinete. Resulta como disposición más satisfactoria el colocar los cristales a una separación del 90°. La suma de señales igualmente fuertes registradas por los cristales indica la trepidación vertical avisadora del desequilibrio del eje. Si E₀ iguala la señal que se recibiría de un indicador sencillo ubicado verticalmente bajo el cojinete, como en las Figuras 1 y 2, entonces la suma de las señales E₁ y E₂ de los cristales Q1 y Q2, respectivamente, en la Figura 3 es

$$E_S = E_L + E_g - 2 E_0 \cos \frac{\theta}{2};$$

19 FEB 51



168989

Si $\alpha = 90^\circ$, entonces la suma es

$$E_s = E_1 + E_2 = 1.4 E_0.$$

La disposición descrita posee ventajas significantes en que los dispositivos de captación no van shuntados por órganos elásticos o corredizos, como en las Figuras 1 y 2, y la gran tesura o rigidez de los mismos cristales piezo-eléctricos asegura una frecuencia de resonancia muy importante del sistema en el cual el peso del rotor y del cojinete representa la masa y la compresibilidad de los cristales representa la elasticidad del sistema.

Así consiste la ventaja de esta disposición en que se presta muy bien a la consecución de los demás objetos del invento involucrando la amplificación separada de las señales de los dos cristales y su observación en un indicador de modelo circular tal como va a describirse más adelante.

La función de una máquina equilibradora dinámica reside en no sólo la detección de la acción de golpeteo o trepidación de un órgano giratorio desequilibrado en sus cojinetes, sino en la medición, de preferencia por medios eléctricos, del valor de la presión alterna resultante, y en la determinación del sentido del vector de desequilibrio relativo al rotor. Claro está que el desequilibrio ubicado entre los cojinetes motivará trepidación en uno u otro de los cojinetes, una vez de cada rotación. Aun un desequilibrio ubicado cerca de un cojinete creará también una presión alterna sobre el otro cojinete. Puede compensarse esta influencia recíproca por el intermedio de una red eléctrica que agrega a la señal recibida de un cojinete una pequeña señal correctiva derivada por atenuación y por desplazamiento de fase de la señal recibida del otro cojinete, y vice-versa. El valor

19 FEB



163989

y la fase requeridos de las señales correctivas son parámetros fijos para cada disposición de equilibrio, y pueden determinarse - y presintonizarse - experimentalmente.

5 Se han limitado las proposiciones anteriores, que reconocieron estas posibilidades en algún grado, a la utilización de frecuencias sencillas y necesitaron por lo tanto ya sea un reajuste para cada cambio de frecuencia o limitaron al operador a un número finito de velocidades predeterminadas seleccionadas, por ejemplo, mediante
10 interruptores o botones de presión semejantes a los de los aparatos de radio.

Sin embargo, se ha encontrado conveniente comprobar el equilibrio de un rotor a una variedad de velocidades, especialmente si la velocidad final o normal resulta muy alta. Por lo tanto,
15 todas las partes del equipo de equilibrio dinámico debían resultar convenientes para el uso a todas las velocidades posibles de rotación con un mínimo de reajustes. Se refiere este requerimiento también a la red de prorratioo recíproco arriba mencionada. Aun cuando se obtiene con facilidad la atenuación independiente de
20 la frecuencia por medio de divisores de tensión resistivos, no hay ningún dispositivo fijo conocido que cambie la fase de una señal por un ángulo constante con prescindencia de la frecuencia, ni uno que mantenga las fases relativas de sus armónicas.

Como solución de este problema, contempla el presente invento el desarrollo de más de un dispositivo sensible de presión a cada cojinete de una máquina equilibradora dinámica. Se emplean de preferencia dos elementos de captación, tales como
25 cristales piezo-eléctricos, calados en un ángulo de 90°, como

19 FEB



168989

indicados en la Figura 3 de los dibujos. En la Figura 4 de los dibujos se muestra diagramáticamente una disposición incluyendo un soporte rígido 100 provisto de los marcos extremos entallados 20 semejantes a los soportes de cojinetes mostrados en la Figura 3.

5 Sirven los marcos extremos para soportar los cojinetes 22 que encierran los ejes o muñones 15 que pueden formar parte del cuerpo girable 25 que ha de probarse para determinar el desequilibrio. Se muestran los cojinetes y el cuerpo soportado por líneas de trazos. Los cojinetes que soportan la extremidad izquierda del
10 cuerpo descansan sobre las pilas de cristal piezo-eléctrico Q_{LI} y Q_{LII} mientras que el cojinete derecho descansa sobre las pilas de cristales Q_{RI} y Q_{RII} .

Puede animarse de un movimiento de rotación el cuerpo de prueba 15,25 por medio de un motor 102 actuando por un acoplamiento flexible indicado en 103. Cada una de las pilas de cristal, representando una fuente de débil tensión, puede conectarse a un pre-amplificador para obtener una mejor detección y transmisión a los dispositivos indicadores. Estará así disponible un total de cuatro tensiones de salida, un par del cojinete izquierdo, que puede
20 designarse, respectivamente, E_{LI} y E_{LII} , y un par del cojinete derecho, que puede designarse, respectivamente, E_{RI} y E_{RII} , siendo cada par en general idéntico en todos los conceptos, excepto que se atrasa el segundo con respecto al primero por el tiempo en que efectúa
25 el rotor un giro por un ángulo de 90° . Como quiera que el vector de desequilibrio tiene la misma velocidad que el rotor, resulta que la frecuencia básica de las señales de desequilibrio se desplaza igualmente por 90° en el par de señales del mismo cojinete. Como se sabe muy bien, puede obtenerse cualquier fracción de una



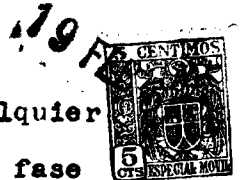
19 FEB

168989

amplitud de señal con cualquier fase deseada por el intermedio de divisores de tensión meramente resistivos de un par de fuentes idénticas con un desplazamiento de fases de 90° . Se prefiere un par de fuentes equilibradas afin de evitar el uso de disposiciones de inversión de fases.

Una variedad de potenciómetros de fase puede servir los fines de este invento. Se muestra un dispositivo muy simple y elemental en la Figura 5 de los dibujos. El área 30 representa una capa delgada de material conductor, tal como el grafito extendido sobre una hoja de papel. Se encuentran establecidos cuatro bornes --A, B, C, y D-- sobre esta superficie, estando cada uno dispuesto en el ángulo de un cuadrado. Se alimenta la señal a cada dos ángulos opuestos desde uno del par de las fuentes equilibradas. Tal como se muestra por la línea de trazos en el diagrama, la corriente entre A y B debida a la fuente E_I producirá entonces una distribución potencial indicada por las líneas equipotenciales que rodean y separan los puntos A y B. La línea de potencial cero entre A y B pasará por los bornes C y D y el origen O. Una disposición semejante de equipotencial rodea y separa los bornes C y D, creándose el campo por la corriente de la fuente E_{II} . Con respecto a esta distribución del potencial, se encuentran los bornes A y B y el punto de origen O al potencial cero. Así, un electrodo en contacto con el punto O se encuentra al potencial cero con respecto a ambas fuentes, y si se desplaza a lo largo de la línea AB, capta solamente tensiones debidas a la fuente E_I , y desplazándose a lo largo de la línea CD captaría solamente aquellas tensiones que se deben a la fuente de E_{II} . Todos los demás puntos del área producirán

168989

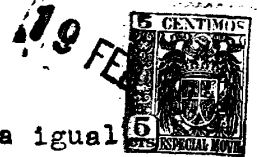


cualquier combinación de tensiones correspondiente a cualquier fracción deseada de la amplitud de señales con cualquier fase deseada.

5 Se sugieren en las Figuras 6 y 7 de los dibujos otros dispositivos convencionales para agregar fracciones de tensión. En la Figura 6, las fuentes E_I y E_{II} se encuentran unidas a la masa y intercaladas en los circuitos con los divisores de tensión VD_I y VD_{II} . Estos divisores de tensión están derivados en puntos seleccionados y conectados al primario 32 del transformador T, y a la salida sacada del secundario 33 del transformador. Alternativamente, van conectadas las derivaciones de los divisores de tensión VD_I y VD_{II} cada una a una de las rejillas de los tubos amplificadores V_I y V_{II} provistas de una resistencia de préstamo común 34 tal como se muestra en la Figura 7.

15 En la Figura 8 de los dibujos se muestra un diagrama de un sistema que provee una red de prorratio alimentada desde cuatro fuentes de baja impedancia equilibradas E_{LI} , E_{LII} , E_{RI} , y E_{RII} , obtenidas por ejemplo, de los captadores Q_{LI} , Q_{LII} , Q_{RI} , Q_{RII} de la máquina equilibradora mostrada en la Figura 4 de los dibujos. Cuatro tubos de vacío CF_{LI} , CF_{LII} , CF_{RI} , CF_{RII} se usan para desempeñar el papel de fuentes equilibradas de baja impedancia, encontrándose cada uno en un circuito derivado del bien conocido circuito seguidor de cátodo. Se alimentan las rejillas de estos tubos desde el captador de presión por medio de los preamplificadores PA_{LI} , etc. Se han provisto los amplificadores principales con la designación A_L y A_R . Se han hecho más o menos iguales en todos los casos al recíproco de su conductancia mutua G_M las resistencias

163989



de carga catódica de los tubos, produciendo así una salida igual a la mitad de sus tensiones de entrada. Se hacen sus resistencias R_A de carga anódica iguales a las del cátodo, produciendo por lo tanto - con la corriente anódica igual a la corriente catódica - la misma salida pero con fase opuesta con respecto a la masa. Se indica la fuente de alta tensión en HT.

Pueden sacar las señales principales para la amplificación subsiguiente y la debida observación de los cátodos de los tubos CF_{LI} y CF_{RI} . Cada una de las fracciones correctivas F_{LI} , F_{LII} , F_{RL} y F_{RII} se viene derivada de los divisores de tensión 35, 36, 37 y 38, de alta resistencia, conectados al ánodo y cátodo de cada uno de los tubos CF. Pueden prescindirse los condensadores de acoplamiento, para aislar estos potenciómetros contra la corriente directa, si las corrientes a través de los potenciómetros resultan demasiado pequeñas para estorbar las condiciones correctas de marcha de los tubos asociados. Se agregan así tres tensiones a la entrada de cada uno de los amplificadores principales. Se componen a la entrada del amplificador A_L la señal E_{LI} y las fracciones F_{RI} y F_{RII} , mientras que se agregan a la entrada del amplificador del A_R la señal E_{RI} y la fracción correctiva de F_{LI} y F_{LII} . Pueden incorporar atenuadores de señales ambos de estos amplificadores, de preferencia cerca de la entrada, afectando todas las tensiones alimentadas a ellos en proporción igual.

Al verificar el equilibrio dinámico se hace la suposición conveniente que ha solamente dos masas de desequilibrio, ubicadas en planos transversales cerca de los cojinetes derechos e izquierdos, pero entre estos cojinetes. El desequilibrio en el plano cerca del

168989

FEB. 19



cojinete izquierdo produce así una señal débil en el cojinete
derecho y así mismo un desequilibrio en el plano cerca del cojinete
derecho genera una señal en el cojinete izquierdo. Se eliminan estas
señales complicantes por medio de una señal compensadora eléctrica-
5 mente aplicada. Un método de montar la disposición para hacer posible
una compensación adecuada es el agregar propositadamente en el
plano izquierdo del rotor una masa de desequilibrio muy importante
adicional, regulándola hasta tanto no produce ninguna señal a la
salida del captador derecho; repetir entonces el mismo ajuste, con
10 una pesa en el plano derecho, con referencia al captador izquierdo.
Se prorratean por lo tanto las dos señales correctivas de tal manera
que compensan justamente en amplitud y fase las que se transmiten
por acoplamiento mecánico a lo largo del cuerpo del rotor.

Se presta el sistema esbozado arriba a la observación simul-
15 tánea de ambos cojinetes. Sin embargo, se hace igualmente posible
usar un solo amplificador A_0 y un solo dispositivo indicador según
se muestra en el diagrama de la Figura 9. Se usa en este sistema
un interruptor de cambio tripolar de dos caídas para conectar al-
ternativamente uno u otro grupo de tres tensiones, cada uno a la
20 entrada de amplificador único. Se indica este interruptor a 40 en
la Figura 9 y las conexiones eléctricas se explican por sí mismas.

Pueden presentarse el valor y la fase del desequilibrio sobre la
pantalla de un tubo de rayos catódicos, por ejemplo, en un diagrama
tal como se muestra en la Figura 12. Se aplica una tensión propor-
25 cional al tiempo al sistema de deflexión horizontal de una fre-
cuencia igual a la de la rotación del rotor. Puede ocasionar
deflexión vertical la señal de desequilibrio. Entonces un método
de referir la posición del rotor al diagrama sobre la pantalla es

168989

19 FEB.



el pintar un punto en el rotor como una marca de referencia arbitraria, tal como la marca M en la Figura 14. Se indica una fuente luminosa en N en la misma figura, y una célula fotoeléctrica U registra el pasaje intermitente de la marca M durante rotaciones sucesivas del rotor. (Puede usarse esta disposición para dar inicio a la exploración de la tensión en diente de sierra de desvío horizontal en el tubo de rayos catódicos).

La marca cero (0°) en el trazado de la Figura 12 puede marcar el momento en donde el punto M pasa por la célula. Una vez parado el rotor, se lleva a esta posición y el punto "pesado" se encuentra entonces atrasado tantos grados con respecto al punto de captación de la presión cuantos se encuentra la cresta de la onda senoide con respecto al comienzo del trazado, o sea unos 70° en el caso del diagrama en la Figura 12. El punto "pesado" es el lugar donde debe quitarse peso en un valor proporcional a la amplitud A de la curva senoidal en la Figura 12. Esta curva es tal que se produciría por el uso de la red de Figuras 8 y 9.

La introducción de un par de captadores de presión en cada cojinete de una máquina equilibradora dinámica, además de su uso como ya esbozado en conexión con la red de prorrato correctiva, puede igualmente usarse en relación con una disposición indicadora particularmente sencilla que forma uno de los rasgos principales del invento actual. Para esta disposición se asumen señales puramente senoidales como debía esperarse de un árbol o eje rígido y redondo y de un dispositivo de captación que se encuentra substancialmente libre de distorsión no líneal y de resonancias.

En este caso, se propone alimentar las señales de ambos captadores en cada cojinete, - cada uno corregido por agregar fracciones

168989



19 FEB

de las dos señales del otro cojinete -, simultáneamente por el medio de amplificadores separados cada uno a un par de placas deflectoras de un tubo de rayos catódicos. Si los dos pares de placas deflectoras se desplazan uno con respecto al otro por el mismo ángulo como las captaciones de presión ligadas a ellos, p.e. 90°, entonces el punto en la pantalla describirá un círculo representando el lugar geométrico de la punta del vector de desequilibrio en dicho cojinete. Se muestra tal disposición en la Figura 10 de los dibujos, principiando el diagrama con los tubos CF a los cuales se alimentan las señales preamplificadas. Se proveen dos divisores de tensión en paralelo entre el ánodo y el cátodo de cada uno de los tubos y las diversas fracciones que han de agregarse a las señales primarias de las diversas captaciones se derivan de estos divisores de tensión y convenientemente ligadas para combinarse y aplicarse a los amplificadores principales $A_{LI}, A_{LII}, A_{RI}, A_{RII}$. Afin de distinguir las dos fracciones sacadas de cada uno de los tubos, van a modificarse por los subíndices a y b. Así las fracciones F_{LIa} y F_{LIb} se sacan de los divisores de tensión o de los potenciómetros respectivos del primer tubo y se conducen respectivamente a los amplificadores A_{RI} y A_{RII} después de haberse combinado con las señales principales y otras fracciones a las cuales corresponden.

El siguiente cuadro representa la adición de las diversas señales y fracciones principales que se aplican a los respectivos amplificadores:

19 FEB



<u>Amplificador</u>	→	<u>Combinaciones de Tensión</u>
A LI	→	E _{LI} F _{RIa} F _{RIIa}
A LII	→	E _{LII} F _{RIb} F _{RIIb}
A RI	→	E _{RI} F _{LIa} F _{LIa}
A RII	→	E _{RII} F _{LIa} F _{LIb}

5

10

15

20

25

Van conectados los amplificadores del cojinete izquierdo a un tubo de rayos catódicos CT_L y en forma semejante van conectados los amplificadores del cojinete derecho al tubo de rayos catódicos CT_R, en el cual pueden observarse los diagramas circulares como lugares geométricos de los vectores del desequilibrio.

El radio del diagrama circular observado en la pantalla resultará proporcional al valor del desequilibrio y el punto estará en frente de una placa del tubo al momento donde el vector del desequilibrio apunta hacia el captador correspondiente. Una marca de distribución en el trazado - por ejemplo, por control de deflexión radial o de la luminosidad - puede proveerse por intermedio de un dispositivo de distribución. Esto indicará el ángulo entre el vector de desequilibrio y la marca de distribución en el rotor. Puede leerse el ángulo ya sea en la escala circular sobre la pantalla del tubo de rayos catódicos o puede desplazarse el dispositivo de distribución en torno del rotor por un ángulo medido hasta tanto se encuentre la marca de distribución en una posición prescrita, tal como en la parte superior del círculo.

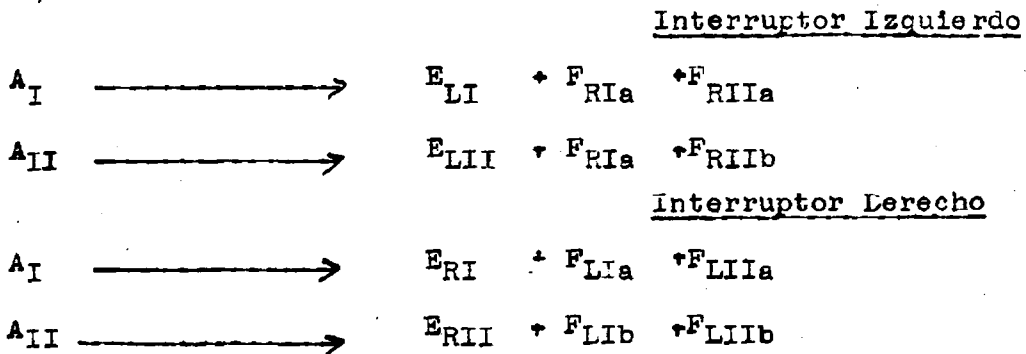
El sistema como así esbozado no requiere una deflexión separada de exploración proporcional al tiempo para el tubo de rayos catódicos. En vez de eso, se usan dos veces tantos amplificadores principales de señal, terminándose cada uno de preferencia en una etapa push-pull,



cuando han de observarse ambos cojinetes en forma simultánea.

Sin embargo, puede usarse una pantalla indicadora para observar alternativamente el valor y el ángulo del desequilibrio a los cojinetes derechos e izquierdos por el intermedio de la disposición indicada en la Figura 11 de los dibujos. En esta disposición el tubo de rayos catódicos CT_0 va conectada a los dos amplificadores A_I y A_{II} de la misma manera que los tubos CT_R y CT_L en la Figura 10 a sus pares respectivos de amplificadores, y se han provisto disposiciones de cambio para enlazar los amplificadores a una u otra combinación adecuada de señales principales y fracciones correctivas de los cojinetes. El diagrama de conexiones en la Figura 11 muestra el interruptor múltiple de doble caída tipo de grupo conectará las fuentes de tensión a los amplificadores de acuerdo con el esquema siguiente:

15



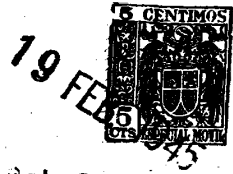
20

Puede usarse cualquier otro método de cambio involucrando el uso de uno o más de uno interruptor.

La Figura 13 de los dibujos muestra un trazado o diagrama circular tal como se produce por el esquema ilustrado en las Figuras 10 y 11 de los dibujos. Se comprenderá su significado por la correlación de las Figuras 14 y 15. Se decompone la trayectoria del vector de presión debido a la masa E en la Figura

25

168989



14 en dos ondas sencidas por los dos captadores Q_I , Q_{II} . Estos se amplifican y se alimentan a los pares de placas deflectoras P_1 , P_2 y P_3 , P_4 en el tubo de rayos catódicos mostrado en la Figura 15, donde se reconstituye así el círculo original, siendo su radio proporcional a la masa de H y leyéndose con facilidad por medio de la escala circular concéntrica (Figura 13).

Afin de localizar la posición angular de H en el rotor se usa el punto M, creando el paso del punto por la célula U fotoeléctrica una muesca o protuberancia p en el trazado, por conexiones eléctricas conocidas. Si se asume que el haz del tubo de rayos catódicos está justamente en frente de la placa P, todas las veces que se encuentra la masa H en posición opuesta al captador Q_I , estará entonces tantos grados más allá de aquel punto al tiempo donde enfrenta el punto M la célula fotoeléctrica que se atrasa de la placa P la muesca en el trazado. En el caso de las Figuras 14 y 15 resulta el desplazamiento 115° , tal como se indica claramente en ambas figuras.

Pueden mencionarse diversas de las ventajas más importantes de entre las numerosas de estos esquemas. Debido a la ausencia de los dispositivos deflectores proporcionales de tiempo, resultan convenientes las disposiciones a cualquier velocidad de rotación sin cualquier cambio del parámetro u otros ajustes. La exploración circular hace el mejor uso del área de la pantalla de los rayos catódicos. Permite igualmente distinciones visuales entre la propia señal, representadas por un diagrama circular; ruidos casuales, representados por el espesamiento del diagrama de las señales; las vibraciones de la tierra indicadas por el movimiento vertical del trazado circular.

168989

19 FEB



Queda entendido que se pueden efectuar varios cambios y modificaciones en las formas de llevar a la práctica del invento ilustradas y descritas aquí sin desviarnos del objeto del invento según se define el mismo en las reivindicaciones que siguen.

168989

19 FEB.



Habiéndose así descrito el invento, lo que se reivindica como novedoso y deseado para ser amparado por un Título de Privilegio es lo que sigue:

1. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, 5
cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para
hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, una pluralidad de
elementos sensibles a la presión dispuestos en cada cojinete y
angularmente dispuestos el uno con respecto al otro en torno del
eje de rotación de dicho órgano, y medios conectados con dichos
10 elementos sensibles a la presión para poner inteligibles los impulsos
de presión aguantados por dichos elementos debidos al desequilibrio
de dicho órgano.

2. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio,
cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para
15 hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, una pluralidad de
elementos sensibles a la presión dispuestos en cada cojinete y
angularmente dispuestos el uno con respecto al otro en torno del
eje de rotación de dicho órgano, estando dichos elementos sensibles
a la presión contruidos y dispuestos de manera a aguantar substan-
20 cialmente la totalidad del peso de dicho órgano y a estar sujetos
a substancialmente la totalidad de los efectos de presión alter-
nativa de cualesquier fuerzas debidas al desequilibrio, y medios
conectados con dichos elementos sensibles a la presión para poner
25 inteligibles los impulsos de presión aguantados por dichos elementos
debidos al desequilibrio de dicho órgano.

3. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio,
cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para
hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, una pluralidad de

168989

19 FEB.



5 elementos sensibles a la presión dispuestos en cada cojinete y desplazados el uno con respecto al otro en torno al eje de rotación en un ángulo de 90° , y medios conectados con dichos elementos sensibles a la presión para poner inteligibles los impulsos de presión aguantados por dichos elementos debido al desequilibrio en dicho órgano.

10 4. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, un soporte rígido, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, un par de unidades de cristal piezo-eléctrico dispuestas entre dicho soporte y cada uno de dichos cojinetes y en relación de apoyo a éstos, estando las unidades de cada par desplazadas angularmente el uno con respecto al otro en torno del eje de rotación del órgano, y medios eléctricos conectados a dichas unidades de cristal para descubrir e indicar la amplitud y la fase de las fuerzas de desequilibrio aguantadas por dichas unidades.

20 5. En una máquina equilibradora para un órgano de rotación, un soporte rígido, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, un par de unidades de cristal piezo-eléctricas dispuestas entre dicho soporte y cada uno de dichos cojinetes y en relación de apoyo a éstos, estando las unidades de cada par dispuestas la una con respecto a la otra en torno del eje de rotación del órgano en un ángulo de 90° , estando las unidades simétricas en torno del plano vertical por dicho eje, y medios eléctricos conectados con dichas unidades de cristal para descubrir e indicar la amplitud y la fase de las fuerzas de desequilibrio aguantadas por dichas unidades.

168989

19 FEB.



6. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, dos elementos sensibles a la presión dispuestos en cada cojinete y desplazados el uno con respecto al otro en torno del eje de rotación de dicho órgano por un ángulo de 90° , y medios para descubrir los impulsos de presión aguantados por los elementos respectivos en cada punto de soporte y para producir una señal correspondiente a dichos impulsos, medios para aplicar una corrección a cada una de dichas señales proporcionales a los impulsos de presión aguantados por los dos elementos en el otro punto de soporte, y medios para combinar las señales y proporcionar una indicación de la amplitud y de la fase de las fuerzas de desequilibrio que representan.

7. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, un soporte rígido, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, un par de unidades de cristal piezo-eléctrico dispuestas entre dicho soporte y cada uno de dichos cojinetes y en relación de apoyo a éstos, desplazándose las unidades de cada par la una con respecto a la otra en torno del eje de rotación del órgano en un ángulo de 90° , estando las unidades simétricas en torno de un plano vertical por dicho eje, y medios eléctricos para descubrir los impulsos de presión aguantados por las unidades respectivas en cada punto de soporte y para producir una señal correspondiente a dichos impulsos, medios eléctricos para aplicar una corrección a cada una de dichas señales proporcional a los impulsos de presión aguantados por las dos unidades en el otro punto de soporte, y medios electrónicos para combinar las señales y proporcionar una indicación visual de la

168989

19 FEB. 19



amplitud y fase de las fuerzas de desequilibrio.

8. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, dos elementos generadores de tensión sensibles a la presión dispuestos en cada cojinete y desplazados el uno con respecto al otro en torno del eje de rotación de dicho órgano en un ángulo de 90° , medios eléctricos para la transmisión de una señal principal de cada uno de dichos elementos proporcional al efecto total de presión a dicho elemento, medios eléctricos para la transmisión de una señal proporcional a una fracción de la tensión generada en cada uno de dichos elementos, medios eléctricos para combinar ciertos de dichas señales principales con señales fraccionarias de los dos elementos en el cojinete en frente del uno en que está ubicado el elemento que genera dicha señal principal, y medios eléctricos para indicar los efectos combinados de dichas señales principales corregidas para indicar la amplitud y la fase de la fuerza de desequilibrio de dicho órgano.

9. En una máquina equilibradora para un órgano giratorio, cojinetes axialmente espaciados para dicho órgano, medios para hacer girar dicho órgano en dichos cojinetes, dos elementos generadores de tensión sensible a la presión dispuestos en cada cojinete y desplazados angularmente el uno con respecto al otro en torno del eje de rotación de dicho órgano, medios eléctricos para la transmisión de una señal principal de cada uno de dichos elementos proporcional al efecto de presión total en dicho elemento, medios eléctricos para la transmisión de una pluralidad de señales cada una proporcional a fracciones seleccionadas de la tensión generada en cada uno de dichos elementos, medios eléctricos para combinar cada

168989

19 FEB.



señal principal con señales fraccionarias de los dos elementos en el cojinete en frente del uno en que está ubicado el elemento que genera dicha señal principal, y medios eléctricos para indicar los efectos combinados de dichas señales principales corregidas para 5 indicar la amplitud y la fase de la fuerza de desequilibrio de dicho órgano.

10. El dispositivo equilibrador substancialmente como ilustrado y descrito aquí.

10 11. Una máquina equilibradora.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 22 de Diciembre de 1943, bajo el número 515.304, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.

15 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de 25 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 19 FEB. 1945

P. A.

Alberto de Eizaburu

Por Poder

168389



FIG. 1.

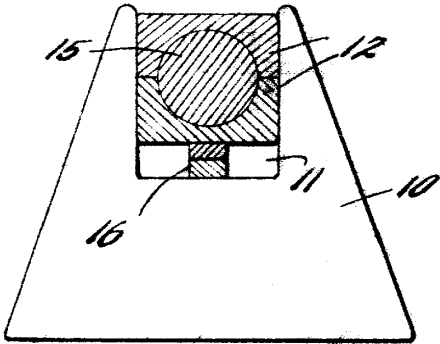


FIG. 2.

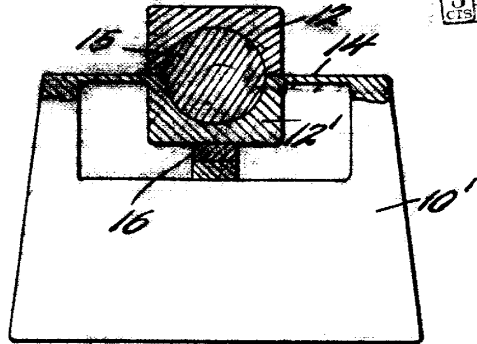


FIG. 3.

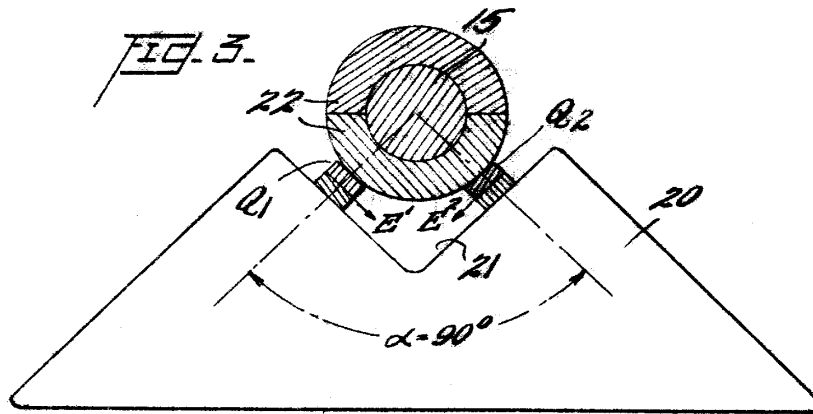
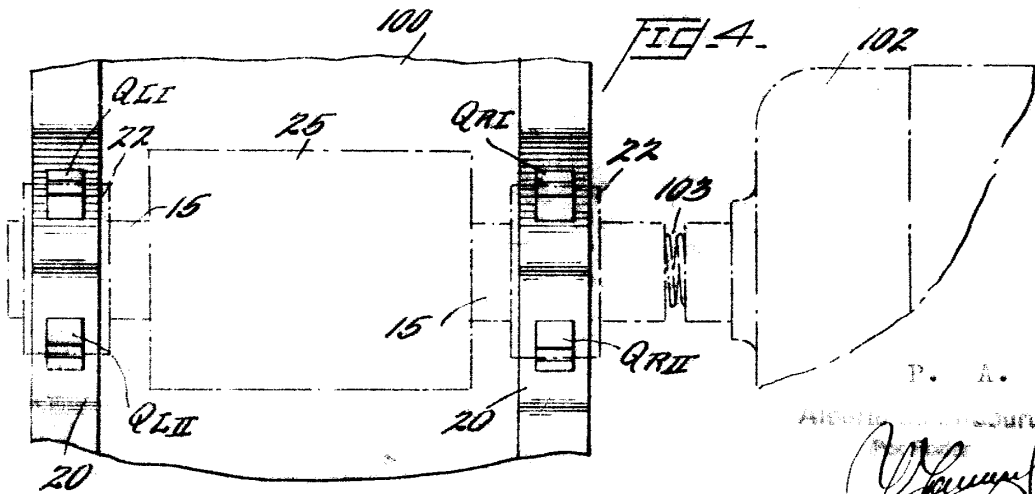


FIG. 4.



P. A.

Handwritten signature

18 39



FIG. 5.

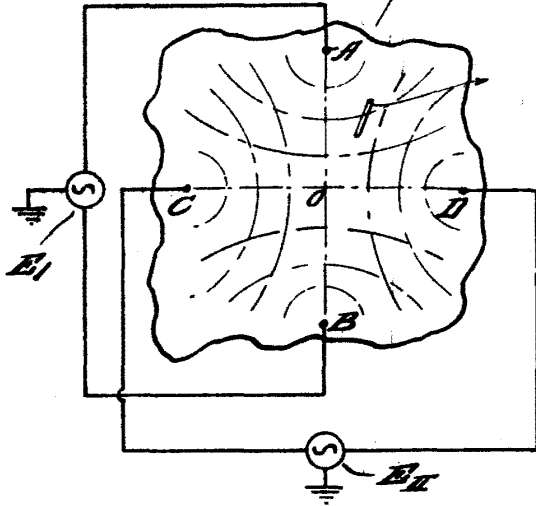


FIG. 6.

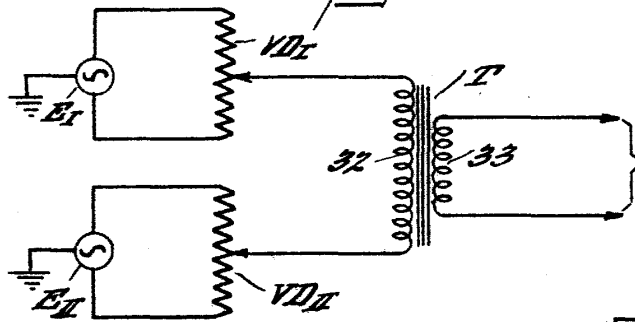
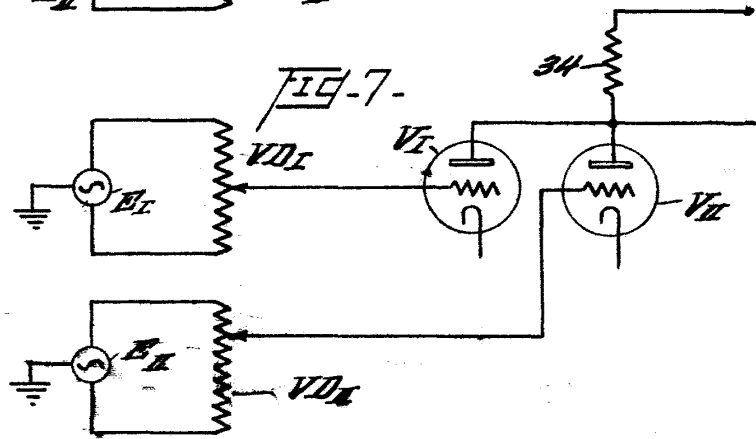


FIG. 7.



P. A.

89



FIG. 8.

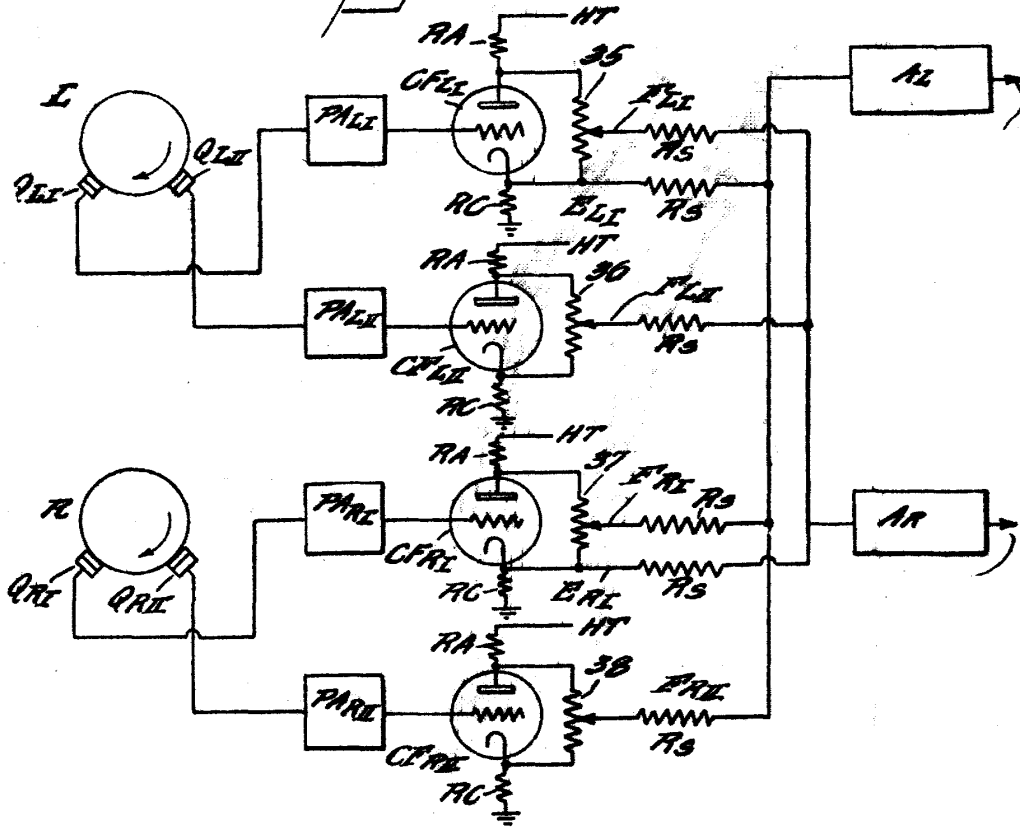
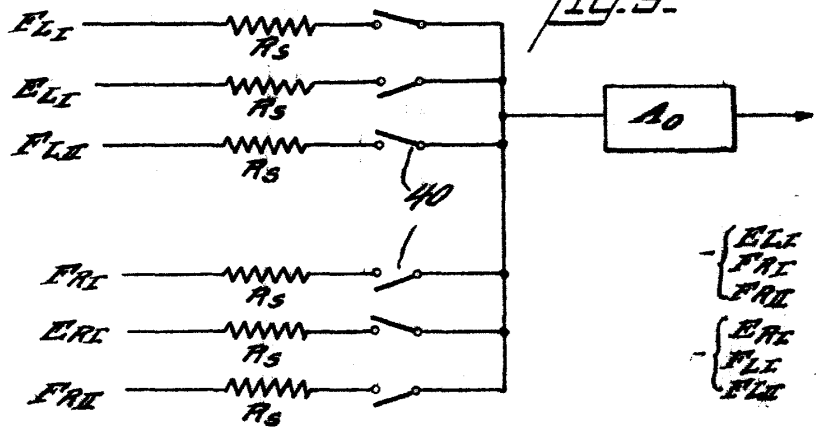


FIG. 9.



P. A.

Handwritten signature

288489

1952



FIG. 12.

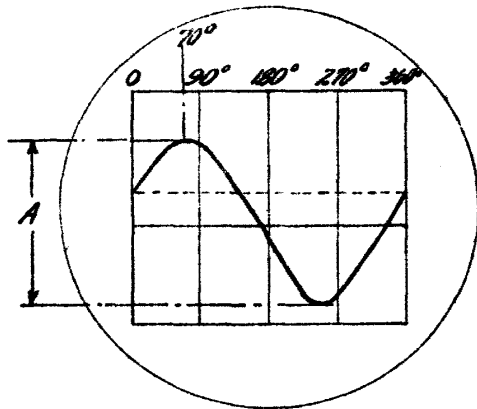


FIG. 13.

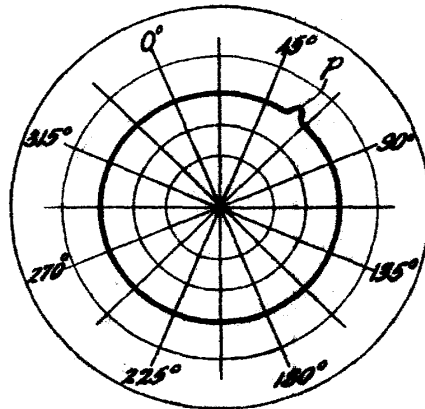


FIG. 14.

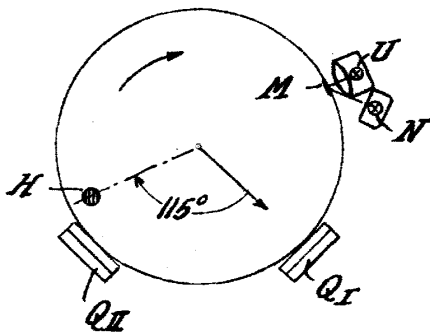
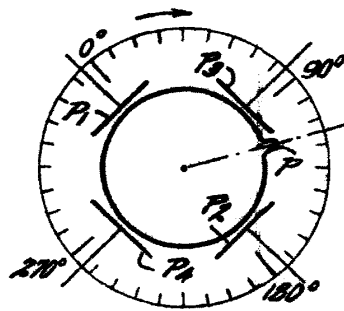


FIG. 15.



P. A.