



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña

a la

solicitud de una patente de invención por veinte años en España

a favor de

Monsieur Robert BIQUARD domiciliado en 22 Route d'Orleans en
Neuilly s/ Seine (Seine)

Francia

por

UN PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS DEFECTOS DE EQUILIBRIO ESTÁTICO Y DINAMICO EN LOS CUERPOS ROTATIVOS.

==== oOo ====

La presente invención tiene por objeto un procedimiento y dispositivo destinados a indicar en cantidad y dirección los defectos de equilibrio estático y dinámico de los cuerpos destinados a ser puestos en rotación.

Se sabe que el defecto ~~de~~ de equilibrio estático o desviación estática, de un cuerpo animado de un movimiento de rotación resulta del hecho de que el centro de gravedad del cuerpo no se encuentra sobre el eje de rotación y el defecto de equilibrio dinámico o desviación dinámica resulta del hecho de que el eje de rotación no coincide o no está en paralelismo con uno de los ejes principales de energía.

El procedimiento según la invención permite determinar de una manera rigurosa y en una operación única la orientación simultánea y el valor de las dos desviaciones, estática y dinámica y efectuar la compensación, reduciendo el conjunto de los efectos de estas dos desviaciones a una fuerza centrífuga y a un par centrífugo obrando en diferentes planos. Este procedimiento consiste en hacer girar el cuerpo sobre sí misma haciendo reposar su eje horizontalmente y por ~~so~~ rodamientos habituales, sobre soportes susceptibles de



✓desplazarse horizontalmente, perpendicularmente a la direccion media de este eje y reconducidos a sus posiciones medias por un sistema elastico y de medir por medio de un mismo sistema articulado, por una parte la magnitud de la desviacion estatica por la amplitud de la oscilacion del centro de gravedad del cuerpo en rotacion y por otra parte la magnitud de la desviacion dinamica por la amplitud angular de la oscilacion del eje de rotacion del cuerpo alrededor de su direccion media.

El aparato para la realizacion del procedimiento es particularmente notable por las siguientes particularidades:

a) Los dos soportes moviles en una direccion perpendicular a la del eje de rotacion del cuerpo en reposo pueden desplazarse en esta direccion simultanea e independientemente uno del otro.

X. b). Los dos soportes moviles y el sistema elastico de atraccion estan unidos a un vastago rigido por articulaciones tales que este vastago queda constantemente paralelo al eje de rotacion del cuerpo y a una distancia constante de este eje cualesquiera que sean sus desplazamientos.

c). El conjunto de los esfuerzos ejercidos por el sistema elastico sobre los soportes moviles puede siempre ser reducido a una fuerza horizontal accionando en el plano vertical que contiene el centro de gravedad del cuerpo en rotacion, y un par horizontal teniendo su centro en este mismo plano y su brazo de palanca paralelo al eje de rotacion.

d). El conjunto de los soportes, del sistema elastico de atraccion, del vastago rigido y de las piezas de articulacion, puede ser conducido por medio de una masa compensadora regulable, a tener, cualesquiera que sean las posiciones de los dos soportes, su centro de gravedad en el plano vertical perpendicular al eje de rotacion que contiene el eje vertical de simetria del sistema elastico y el centro de gravedad del cuerpo.

e). La indicacion de los planos meridianos en los cuales se encuen-



✓ tran las fuerzas o pares que traducen las desviaciones se obtiene por medio de un dispositivo indicador montado alrededor del eje de rotacion y susceptible de ser desplazado angularmente alrededor de este eje durante el funcionamiento del aparato, de manera que la señal o indicacion que produce a cada vuelta del cuerpo en rotacion, puedan ser puesta en fase con uno de los maximos de amplitud de oscilacion, bien del centro de gravedad o bien de la direccion del eje de rotacion. La posicion del indicador que corresponde a la puesta en fase, permite señalar la direccion de la desviacion que produce la oscilacion con la cual la puesta en fase ha sido hecha, teniendo cuenta de un retraso que se elimina por una segunda operacion en la cual se hace girar el cuerpo en sentido opuesto a velocidad igual.

El texto que sigue permitira comprender bien la invencion; este texto se refiere al dibujo adjunto dado unicamente a titulo de ejemplo y en el cual:

La fig. 1 muestra en plano un dispositivo para la puesta en practica del procedimiento segun la invencion.

La fig. 2 es una vista en elevacion correspondiente.

La fig. 3 muestra en plano un dispositivo indicador de la magnitud de la desviacion estatica.

La fig. 4 muestra en plano un dispositivo indicador de la magnitud de la desviacion dinamica y

La fig. 5 muestra la aplicacion a un dispositivo del tipo de las figs. 1 y 2 de medios que sirven para determinar la posicion del plano meridiano en el cual esta dirigida la fuerza centrifuga que produce la desviacion estatica y del plano meridiano en el cual esta dirigido el par centrifugo que traduce la desviacion dinamica.

Sobre las figs. 1 y 2, 1 designa la armazon del aparato, analoga a un banco de torno y provista de correderas longitudinales sobre las cuales pueden desplazarse paralelamente al eje ZZ' los pilonos 2 y 3 que se fijan en la posicion conveniente por una sujecion ana-



Joga a la de los porta-herramientas de torno.

Los pilones 2 y 3 estan terminados en su parte superior por caminos de deslizamiento rectilíneo, de ranuras o preferentemente de bolas, sobre los cuales dos soportes 4 y 5 pueden desplazarse perpendicularmente al eje ZZ'. Los soportes 4 y 5 reciben rodamientos o cojinetes 6 y 7 del cuerpo a estudiar indicado a su vez por el numero 8.

Los soportes 4 y 5 estan unidos a una barra horizontal 9 de forma cilindrica por ejemplo, por medio de sistemas constituidos para cada soporte por un vastago vertical 10 u 11 solidario del soporte y una articulacion 12 o 13 formada de dos manguitos perpendiculares en los cuales la barra 9 y el vastago 10 u 11 se deslizan respectiva y libremente pero sin juego.

La barra 9 esta unida rigidamente por un manguito 14 a la extremidad superior de una lamina elastica 15 que esta encastrada a su vez en su parte inferior en un saliente fijo 20 formando cuerpo con el soporte 1. El manguito 14 lleva en el eje vertical de simetria de la lamina de muelle 15, un espejo concavo vertical 16 cuyo plano es paralelo al eje de rotacion del cuerpo 8 y que refleja sobre una pantalla 17 la imagen de un foco luminoso puntiforme 18.

Sobre la barra 9 o sobre un vastago paralelo solidario puede desplazarse una masa 19, cuya posicion se regula y se fija segun la posicion de los soportes 4 y 5 de manera que esta masa reconduzca al plano vertical de simetria XX' del muelle 15, el centro de gravedad del conjunto constituido por los soportes 4 y 5, los vastagos 10 y 11, las articulaciones 12 y 13, la barra 9, el manguito 14 y la masa 19 en si. La regulacion de la masa 19 se obtiene sin trabajo si la barra 9 lleva una graduacion que permita leer las distancias de los soportes al plano XX', y si se ha levantado un abaco de las posiciones a dar a dicha masa 19 para todas las distancias de estos soportes al plano XX'.

El cuerpo 8 se pone en rotacion por un medio cualquiera, por ejem-



Solo una correa que la ataque de una manera simétrica con relación al plano vertical XX' que contiene su centro de gravedad o bien dos correas atacándole en dos planos simétricos con relación al plano XX' . Estas correas pasan por el lado opuesto sobre las poleas motrices colocadas encima o debajo del banco 1 y teniendo su eje en el plano vertical del eje de rotación del cuerpo 8.

Cuando el cuerpo 8 gira, los soportes 4 y 5 toman cada uno un movimiento oscilatorio bajo la influencia de las componentes horizontales de las fuerzas o pares centrifugos procedentes de las desviaciones. Estos movimientos son transmitidos por los vastagos 10 y 11 y las articulaciones 12 y 13 a la barra 9, que por otra parte transmite a los soportes el esfuerzo de atracción a la posición media producido por el muelle 15.

El movimiento de la barra 9 puede descomponerse en dos movimientos componentes: un desplazamiento horizontal alternativo perpendicular a su dirección media (al eje ZZ') y un desplazamiento angular alternativo con relación a su dirección media. En el primero de estos movimientos componentes, debido a la desviación estática, la barra 9 queda paralela a sí misma pero oscila alrededor de su eje longitudinal a consecuencia del doble encastramiento de la lámina de muelle 15, de suerte que el movimiento se traduce por un desplazamiento vertical de la imagen del foco 18 suministrada por el espejo 16 sobre la pantalla 17. El segundo de los movimientos componentes debido a la desviación dinámica, se traduce por un desplazamiento vertical de la imagen del foco 18 suministrada por el espejo 16 sobre la pantalla 17.

La resultante de los dos desplazamientos de la imagen del foco 18 sobre la pantalla es una recta o una curva cerrada (círculo, elipse ...) según las posiciones relativas de los planos meridianos en los cuales obran las fuerzas debidas a las desviaciones.



Cualquiera que sea este resultante es fácil determinar las amplitudes vertical y horizontal del desplazamiento de la imagen. Estas amplitudes son bastante sensiblemente proporcionales al valor de la fuerza y del par centrifugo que traducen las desviaciones que respectivamente los producen. Estando por tanto la maquina previamente marcada para un cuerpo determinado y a una velocidad determinada, con desviaciones conocidas resultando por ejemplo de masas adicionales fijadas sobre el cuerpo, se pueden levantar tablas que indiquen la correspondencia entre las amplitudes y el valor de las desviaciones.

En la fig. 3 que muestra un dispositivo indicador del valor de la desviacion estatica, 14 designa como anteriormente, el manguito llevado por la barra 9 y en el cual esta encastrada la extremidad superior de la lamina 15. Un vastago cilindrico vertical 21 solidario del manguito 14 es llevado por este manguito de tal manera que su eje coincide con el eje vertical de simetria de la lamina elastica 15. Este vastago esta unido a un vastago horizontal 22 por el intermedio de una articulacion 23 formada por dos manguitos unidos perpendicularmente uno a otro y por un eje 24 que atraviesa la extremidad en forma de horquilla del vastago 22. Los manguitos de la articulacion 23 pueden deslizarse y girar libremente sobre los ejes 21 y 24 y constituyen asi una junta universal.

Estando guiado el vastago 22 en un manguito fijo 25, su extremidad libre viene a apoyarse sobre una lamina de muelle 26 una de cuyas extremidades esta encastrada en una pieza 27 solidaria de la armazon 1 de la maquina y cuya otra extremidad lleva un espejo concavo vertical 28 cuyo plano es perpendicular al eje de la barra 9. Cuando la barra 9 se desplaza, el vastago cilindrico 21 toma un movimiento alterhativo paralelo al eje YY' y cuya amplitud corresponde al valor de la desviacion estatica sola.

El movimiento del vastago 21 es transmitido por la articulacion 23 y el eje 24 al vastago 22 cuya extremidad imprime al muelle 26



y al espejo 28 que le es solidario, desplazamientos angulares que, para pequeños ángulos, son sensiblemente proporcionales a los desplazamientos del vastago 21. La amplificación es tanto mayor cuanto el muelle 26 es más corto.

Finalmente, el movimiento del centro de gravedad del sistema unido a la barra 9, que, como se ha visto, es el mismo que el movimiento del centro de gravedad del cuerpo 8, se traduce por un desplazamiento horizontal de la imagen suministrada por el espejo 28 de un foco luminoso fijo; este desplazamiento indica por tanto, la desviación estática.

En la fig. 4 que muestra un dispositivo indicador de la desviación dinámica, 14 designa, como anteriormente, el manguito llevado por la barra 9 y en el cual está encastrada la extremidad superior de la lámina elástica 15. Una pieza 29 solidaria del manguito 14 termina en su extremidad, por un pequeño manguito 30 en el cual se desliza un dedo 31; este está mantenido en contacto con una pieza 27 solidaria de la armazón de la máquina por una lámina de muelle 32, una de cuyas extremidades está fijada sobre un saliente 33 de la pieza 29, y la otra lleva un espejo cóncavo 34 cuyo plano es perpendicular al eje de la barra 9. El eje del dedo 31 es rigurosamente paralelo al eje de la barra 9 y el plano de contacto de la pieza fija 27 le es rigurosamente perpendicular.

La pieza 29 solidaria del manguito 14 queda paralela a la pieza 27 en todo desplazamiento de la barra 9 perpendicularmente a sí misma, pero se separa o se acerca en toda variación de la dirección de esta barra.

Los desplazamientos angulares de la barra 9 se traducen por tanto por desplazamiento del dedo 31 en su manguito 30 y desplazamientos angulares correspondientes de la lámina de muelle 32 y del espejo 34, y finalmente por desplazamientos horizontales de la imagen suministrada por este espejo de un foco luminoso fijo. Estando ligados estos desplazamientos únicamente a las variaciones



de la dirección de la barra 9 y a causa de la del eje de rotación del cuerpo 8, indican por tanto la desviación dinámica.

El empleo simultáneo sobre una misma máquina de los dispositivos de las figs. 3 y 4 permite medir simultánea e independientemente uno u otro de los valores de ambas variaciones por los desplazamientos horizontales de las imágenes dadas por dos espejos concavos de un mismo foco luminoso fijo. La fig. 5 muestra la aplicación de estos dispositivos a una máquina análoga a la descrita con referencia a las figs. 1 y 2, correspondiendo los números de referencia de esta figura 5 a los de las figs. precedentes.

El foco luminoso 18 envía su haz luminoso, en principio sobre una lente convergente 35, después sobre un espejo plano 36 dispuesto por delante del plano de frente pasando por los espejos concavos 28 y 34 de manera que estos formen las imágenes del foco 18 sobre la pantalla 17. El espejo 36 es solidario de una ~~hacha~~ paleta de hierro 37 que puede oscilar alrededor de un eje horizontal perpendicular al plano de la fig. bajo la acción de un electro-íman 38.

39 es un platillo provisto de un manguito que permite fijarlo sobre el árbol del cuerpo 8, bien en el extremo o bien en una región intermedia cualquiera. Este platillo lleva en su periferia una corona aislante 40 que deja únicamente una banda estrecha conductora a la masa y paralela al eje. Sobre esta corona aislante viene a apoyarse una escobilla metálica 41 llevada por una corona 42 que puede girar a frotamiento suave en un anillo 43 llevado a su vez por un soporte de altura regulable 44 solidario del soporte 4.

La escobilla 41 está unida a uno de los polos de una fuente de electricidad 45 cuyo otro polo está unido al electro-íman 38; el otro polo de este último está unido a la masa metálica de la armazón, de manera que su circuito de excitación se cierra a través de las diversas piezas metálicas de la máquina.

A cada vuelta del cuerpo en equilibrio, la escobilla 41 cierra,



durante un tiempo muy corto, el circuito del electroimán 38 y este
+ atrae la paleta 37 solidaria del espejo 36. El desplazamiento de
este espejo se traduce por un ligero gancho en las líneas luminosas
que constituyen las imágenes del foco 18 suministradas por los espe-
jos 28 y 34 sobre la pantalla 17.

Haciendo girar la corona 42, en el anillo 43, se desplaza la
escobilla 41 hasta que el gancho en la línea luminosa suministrada
por el espejo 28 por ejemplo, se encuentre en una de las extremidades
de esta línea; en estas condiciones, el cierre del circuito se pro-
duce en el momento en que el centro de gravedad del cuerpo 8 está
en su máximo de amplitud de desplazamiento horizontal. En este
momento el plano meridiano que contiene la fuerza centrífuga corres-
+ pondiente a la desviación estática, se encuentra, no en el plano
horizontal sino desfasado hacia adelante en un ángulo φ que es
función de las energías en juego y de la velocidad de rotación.
Para eliminar este ángulo φ desconocido, basta recomenzar la
operación haciendo girar el cuerpo estudiado a la misma velocidad
en sentido opuesto. Se encuentra una segunda posición de la esco-
billa 41.

Para conocer el plano exacto de la desviación estática, basta
conducir la escobilla 41 exactamente al centro de las dos posiciones
encontradas por los dos sentidos de rotación, y después colocar el
cuerpo 8 en un azimut tal que el circuito del electroimán 38 esté
cerrado. El plano meridiano que contiene la fuerza centrífuga de
la desviación estática se encuentra entonces que es exactamente hori-
zontal, y esta fuerza es dirigida del mismo lado que el máximo de
amplitud donde ha sido producido el gancho en la imagen del foco
18 formada por el espejo 28.

Se opera de manera idéntica con el espejo 34 para conocer el
plano meridiano de la desviación dinámica.

Queda bien entendido que las disposiciones constructivas repre-
sentadas y descritas anteriormente no han sido escogidas más que



a título de ejemplo y no son limitativas de la invención.

N O T A.

La presente invención comprende las siguientes reivindicaciones:-

1º. Un procedimiento para determinar en magnitud y dirección los defectos de equilibrio o variaciones estática y dinámica de los cuerpos destinados a ser puestos en rotación, que consiste en hacer girar el cuerpo sobre sí mismo haciéndole descansar sobre su eje horizontalmente y por sus rodamientos habituales sobre dos soportes susceptibles de desplazarse en una dirección horizontal perpendicular a la dirección media de este eje y atraídos a sus posiciones medias por un sistema elástico y en medir por medio de un mismo sistema articulado, por una parte, la magnitud de la desviación estática por la amplitud de la oscilación del centro de gravedad del cuerpo en rotación, y por otra parte la magnitud de la desviación dinámica por la amplitud angular de la oscilación del eje de rotación del cuerpo alrededor de su dirección media.

2º. Un dispositivo para la realización del procedimiento anterior comprendiendo dos soportes a distancia regulable y móviles en una dirección horizontal perpendicular al eje de rotación del cuerpo, medios para fijar sobre estos soportes los rodamientos del cuerpo a equilibrar, una barra de acoplamiento de los dos soportes, piezas de articulación de esta barra con los dos soportes, un muelle transmitiendo a los soportes por el intermedio de la barra de acoplamiento los esfuerzos de reacción contra sus propias oscilaciones, una masa compensadora, que sirve para conducir el centro de gravedad de todo este conjunto al plano vertical de simetría del muelle de atracción, perpendicular al eje de rotación, y por último un espejo vertical cóncavo cuyo eje está en este mismo plano de simetría y cuyo plano es paralelo a la barra de acoplamiento.



3º. Un dispositivo para amplificar la indicación de los desplazamientos del centro de gravedad del cuerpo en rotación que comprende un vastago vertical cuyo eje coincide con el eje vertical de simetría del sistema elástico de atracción de los soportes, una doble articulación uniéndole a un vastago horizontal perpendicular al eje de rotación del cuerpo, un muelle empujado por este segundo vastago, encastrado por una extremidad en una pieza fija y llevando en su otra extremidad un espejo cóncavo.

4º. Un dispositivo para amplificar el desplazamiento angular del eje de rotación del cuerpo giratorio que comprende un vastago horizontal, perpendicular a la barra de acoplamiento de los soportes móviles, y solidario de esta barra, un dedo móvil paralelo a esta barra y desplazándose en un manguito en la extremidad del vastago perpendicular, en contacto por una parte con un plano fijo perpendicular al eje de rotación y por otra parte con una lámina de muelle encastrada por una extremidad en un saliente del vastago perpendicular y llevando en la otra extremidad un espejo cóncavo.

5º. Un dispositivo para determinar los planos meridianos que contienen la fuerza y par en que se traducen las desviaciones, montado alrededor del eje de rotación y susceptible de ser desplazado angularmente alrededor de este eje, estando completado este dispositivo por medios para cerrar un circuito eléctrico en el momento del paso por un máximo de la amplitud de oscilación del centro de gravedad, o de la dirección del eje de rotación del cuerpo a equilibrar y por medios para señalar la posición angular del cuerpo en rotación en el momento del cierre de este circuito.

6º. En resumen reivindico como de mi exclusiva invención y como objeto sobre el que ha de recaer la patente que se solicita por veinte años en España: UN PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS DEFECTOS DE EQUILIBRIO ESTÁTICO Y DINÁMICO EN LOS CUERPOS ROTATIVOS.

Todo conforme queda descrito en la presente memoria que consta

de doce hojas escritas a maquina por un solo lado y dibujos que se acompañan a la misma.

MADRID el 10 de noviembre de 1925.

Agastin Vergara

p. p. A. Vazquez



Fig. 1.

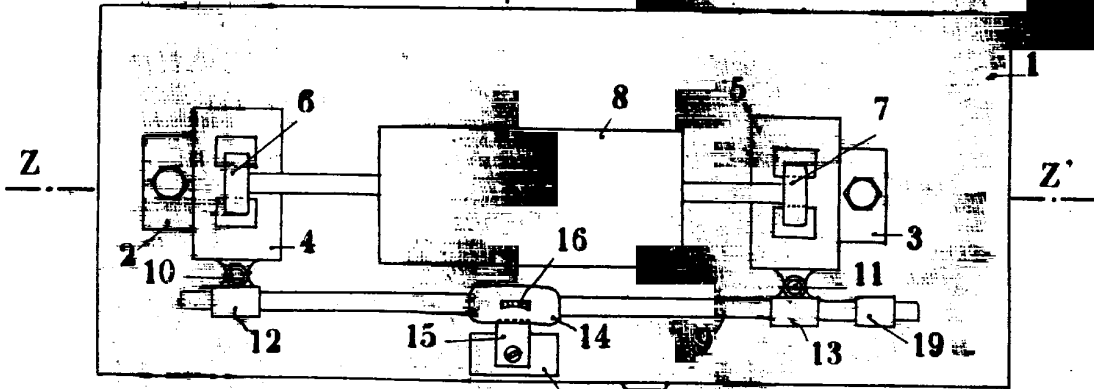


Fig. 2.

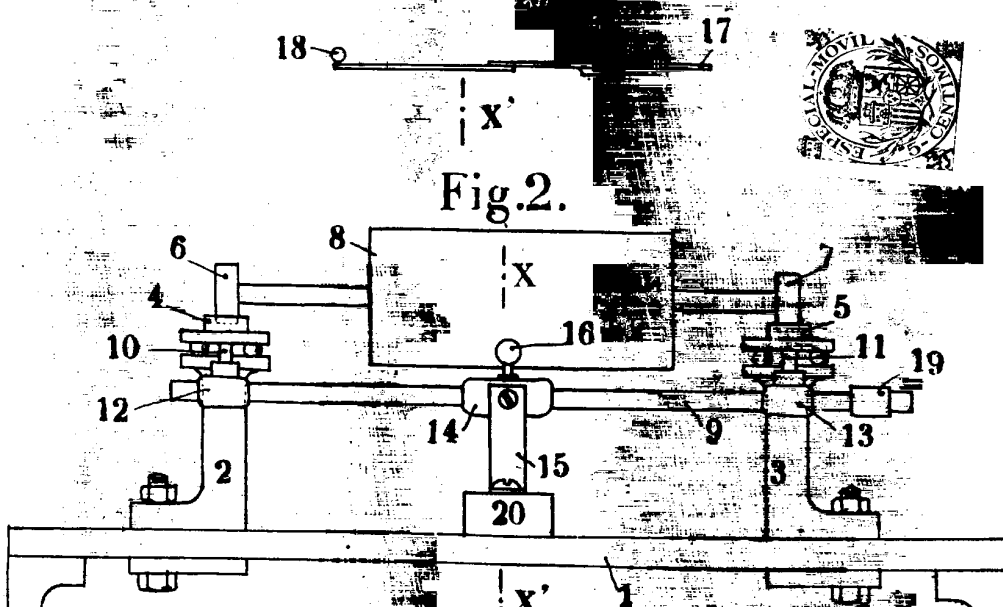


Fig. 3.

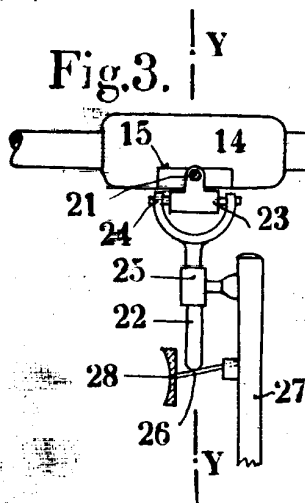


Fig. 4.

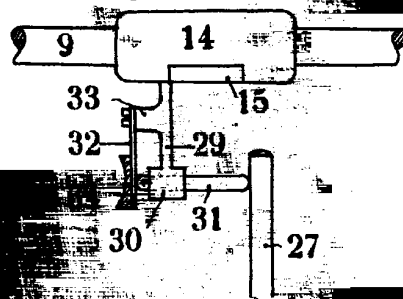
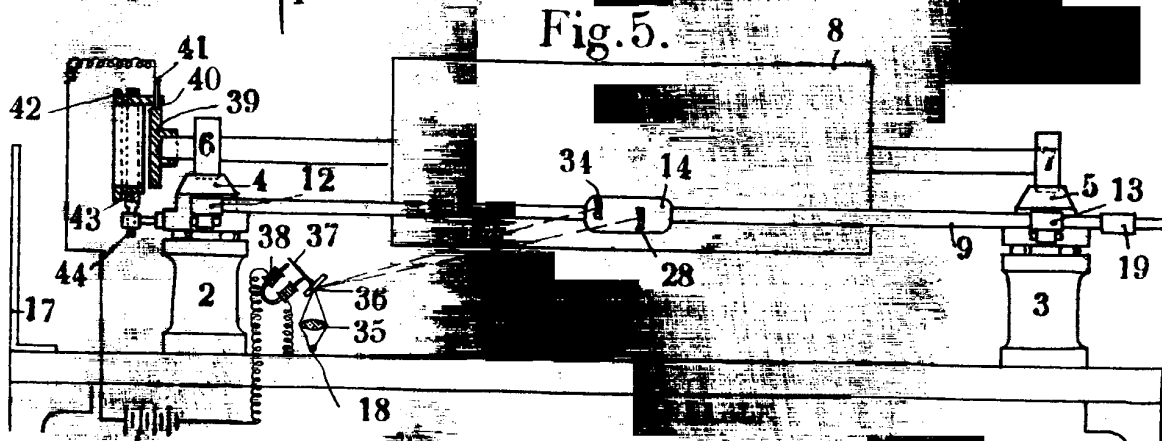


Fig. 5.



Austin Young
J. P. A. Young