

S/Ref: B-3047.  
N/Ref: O.G. nº 23.138.-MCN.-



PATENTE DE INVENCION

**403149**

Int. Cl.: G 01 M

SECCION TECNICA

CLASIFICACION I. P. C

CLASE \_\_\_\_\_

SUBCLASE \_\_\_\_\_

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"PROCEDIMIENTO PARA EL EQUILIBRADO DE RUEDAS DE VEHICULOS  
POR MEDIOS LUMINOSOS ESTROBOSCOPICOS Y APARATO EQUILIBRA  
DOR PARA SU REALIZACION".

-----  
Solicitante: La compañía norteamericana: APPLIED POWER IN-  
DUSTRIES INC., domiciliada en P.O. Box 3100,  
MILWAUKEE, WISCONSIN 53218 (EE.UU.)

-----  
Inventor: D. Charles Wight MacMillan, norteamericano.  
-----



Extracto de la descripción

Método y aparato para el equilibrado de ruedas de vehículos por medios equilibradores basados en luz estroboscópica, en los que la rueda del vehículo es libremente suspendida y accionada a elevada velocidad, se detectan las vibraciones de la rueda en rotación y se proyecta la luz estroboscópica sobre la rueda en relación sincronizada con sus vibraciones, para proporcionar una indicación del lugar del desequilibrio que causa la vibración, cuyos método y aparato se caracterizan por unos perfeccionados medios captadores consistentes esencialmente en un alojamiento adaptado para adherirse a una parte del vehículo que es normalmente estacionaria, pero que vibra en respuesta a las vibraciones causadas por el desequilibrio de la rueda, y medios acelerómetros montados en dicho alojamiento, que tienen un plano de sensibilidad adaptado para disponerse en dirección vertical para la captación de desequilibrio estático y en dirección horizontal para la captación de desequilibrio dinámico; caracterizándose además por la derivación de señales de dichos medios acelerómetros en una posición remota de la rueda en rotación, el acoplamiento de cada señal derivada a un contador de impulsos para determinar la velocidad de la rueda y la determinación del desequilibrio de ésta a una velocidad predeterminada.

Antecedentes de la invención

Los equilibradores de ruedas del tipo de luz estroboscópica, destinados a equilibrar ruedas de vehículos directamente sobre éstos, se conocen desde hace algún tiempo. En esencia, estos dispositivos comprenden una unidad captadora fijable a la placa de apoyo u otra parte estacio-

403 149



- naria de la suspensión de las ruedas del vehículo, una bobina electromagnética o medio similar en el captador para generar una señal eléctrica del tipo de impulsos, correspondiente a las vibraciones de la rueda del vehículo (cuando esta rueda está levantada y gira a elevada velocidad),
5. un amplificador para amplificar la señal eléctrica del captador, un circuito de luz estroboscópica que produce destellos de esta luz sincronizadamente con los impulsos eléctricos producidos por la rueda en vibración, disponiéndose dicha luz de modo que brille sobre la rueda y dé la impresión visual de detener la rueda en rotación en una posición indicativa del punto pesado de la misma que produce el desequilibrio y por consiguiente la vibración, y un circuito medidor para indicar la amplitud de la vibración y por lo tanto el grado de desequilibrio, es decir, la cantidad de peso contraequilibrador que deberá aplicarse para equilibrar la rueda.
- 10.
- 15.

El captador comprende de ordinario un soporte a apoyar sobre el suelo del garaje y que contiene una bobina estacionaria, un inducido alternativamente desplazable en la bobina y medios (ordinariamente un imán) para fijar el émbolo a la cara o placa posterior de una parte no giratoria de la suspensión de la rueda. Ordinariamente, la estructura de la bobina se monta articuladamente sobre el soporte, de manera que el inducido pueda extenderse vertical u horizontalmente. En la posición vertical, el inducido se mueve verticalmente en la bobina de acuerdo con las vibraciones ascendentes y descendentes de la rueda, produciendo así una señal indicativa del desequilibrio vertical o "estático" de la rueda. En la posición horizontal, y con el inducido coloca

20.

25.

30.

403 149



do excéntricamente al eje de la rueda, el inducido se mueve proporcionalmente a las vibraciones dirigidas hacia dentro y fuera, o desequilibrio "dinámico" de la rueda. Por consiguiente, en una operación de equilibrado, es necesario ajustar la unidad captadora en una primera posición para el equilibrado "estático" y en una segunda posición para el equilibrado "dinámico".

Estas unidades captadoras de la técnica anterior han tenido muchas desventajas, principalmente la dificultad de obtener la adecuada relación entre la bobina montada en el suelo y el inducido vibratoriamente móvil, considerando los extremos en la variación del movimiento de la rueda, dependientes de la naturaleza y grado de desequilibrio de la misma, particularmente los movimientos compuestos de aquellas resultantes de compuestos de desequilibrios estático y dinámico. La dificultad de ajustar adecuadamente la unidad captadora ha conducido a una seguridad consiguientemente dudosa de las mediciones efectuadas con ella. Asimismo, con este tipo de unidad captadora, era necesario al operario arrastrarse bajo el vehículo repetidamente para reajustar tal unidad al objeto de asegurar un adecuado ajuste de la misma y también colocarla para una medición separada de los desequilibrios estático y dinámico.

#### Resumen de la invención

Un objeto particular de la presente invención es la provisión de una perfeccionada unidad captadora totalmente autónoma y adaptada para su montaje en el vehículo sin conexión al suelo o ninguna otra referencia fija y que incorpora medios acelerómetros para captar las vibraciones de la rueda en los respectivos planos de manera totalmente se-

403 149



5. gura. Además, es preferible incorporar en el captador un par-  
de acelerómetros, uno de ellos sensible solamente al movimien-  
to de la rueda en dirección vertical y el otro sensible sola-  
mente al movimiento de la misma en dirección horizontal, en -  
virtud de lo cual el dispositivo puede captar en una sola po-  
sición de fijación las respectivas vibraciones causadas por -  
cada desequilibrio estático y dinámico.

10. Objeto específico de la invención es el de propor--  
cionar una perfeccionada unidad captadora consistente esen- -  
cialmente en un alojamiento adaptado para adherirse a una pare  
te del vehículo normalmente estacionaria pero que vibra en --  
respuesta a las vibraciones causadas por un desequilibrio de-  
la rueda, un primer acelerómetro montado en dicho alojamiento  
15. con su plano de sensibilidad en dirección vertical para captar  
el desequilibrio estático y un segundo acelerómetro montado --  
en dicho alojamiento con su plano de sensibilidad en dirección  
horizontal para captar el desequilibrio dinámico.

20. Otro objeto de la invención es la provisión de un --  
circuito para recibir señales de dichos acelerómetros, determi-  
nando a partir de ellas la velocidad de rotación de la rueda,--  
compensar el circuito destellador de la luz estroboscópica co-  
rrelativamente con la velocidad de la rueda y determinar el --  
desequilibrio a una velocidad así compensada. Un fenómeno de -  
una masa desequilibrada en rotación es el de que el desplaza--  
25. miento de la masa se retrasa respecto al lugar de desequili- -  
brio en un ángulo de fase progresivamente creciente al aumen--  
tar la velocidad, hasta un máximo de  $180^{\circ}$ . El objeto de la ---  
presente invención es compensar automáticamente el ángulo de -  
fase mediante adecuado cambio de la fase de las señales recibi-  
30. das de los medios acelerómetros captadores; específicamente,--

403 149



por ejemplo, proporcionar un predeterminado cambio de fase de las señales y determinar el desequilibrio de la rueda solamente al nivel de la velocidad preseleccionada correlativo a tal cambio de fase.

5. Otro objeto de la invención es la provisión de un perfeccionado método de equilibrado de las ruedas de un vehículo de acuerdo con los principios antes expuestos.

Otros objetos y ventajas resultarán evidentes al -- continuar la descripción.

10. Los dibujos

La figura 1 es una representación algo esquemática de una rueda de vehículo y su suspensión, que han sido levantadas para acomodar el desequilibrio, y del aparato de la invención asociado a aquellos para realizar la función de equi-

15. librado.

La figura 2 es una vista en alzado fragmentaria de la rueda del vehículo, ilustrando una colocación preferida de la unidad captadora de la invención.

20. La figura 3 es una sección longitudinal vertical de una versión preferida de la unidad captadora.

La figura 4 es un alzado frontal de la unidad captadora tal como aparecería antes de unirse a ella los acelerómetros.

25. La figura 5 es un diagrama circuital esquemático de la unidad captadora y de los componentes elementales del circuito receptor de señales.

La figura 6 es un diagrama en bloques del circuito; y

30. La figura 7 es un diagrama circuital esquemático de un modificado captador y circuito receptor de señales.

403 149



Descripción

5. La figura 1 muestra fragmentariamente la instalación habitual para el equilibrado de ruedas mediante luz estroboscópica, a excepción de la forma específica de unidad captadora ilustrada. En la figura 1, se ha omitido el habitual pivote de dirección y/o junta esférica que se destinan a fijar la rueda W a su suspensión elástica S, a efectos de mayor claridad en la ilustración de los componentes del equilibrador.

10. Como se muestra, el bastidor F del vehículo se eleva mediante un gato J, de manera que la rueda W queda libremente suspendida en el aire por encima del suelo del garaje, por medio de su suspensión elástica S. Luego se fija la unidad captadora 10 de la presente invención a una parte del

15. vehículo que sea normalmente estacionaria, pero que no obstante responda a las vibraciones producidas por el desequilibrio de la rueda W cuando ésta se gira a elevada velocidad. La colocación preferida de la unidad captadora 10 es en la

20. placa de apoyo no giratoria B del eje A de la rueda, en una posición sustancialmente dentro o adyacente al plano horizontal de dicho eje, pero excéntricamente al mismo, como se muestra en la figura 2, En este lugar, la unidad captadora tendrá exactamente el mismo desplazamiento vertical que la

25. rueda y un desplazamiento hacia el interior y exterior u horizontal proporcional a la oscilación horizontal de la rueda alrededor de su eje de rotación, es decir, el eje de su pivote de dirección o suspensión por junta esférica.

30. Como anteriormente se indica, el desequilibrio de la rueda circunferencialmente a la misma causa su vibración vertical cuando gira a elevada velocidad. A pesar del hecho.

403 149



de que la rueda esté funcionando entonces dinámicamente, la causa del desplazamiento vertical de la misma se ha denominado desequilibrio "estático". El desequilibrio de la rueda -- respecto a su plano medio vertical produce a su vez vibraciones horizontales, pero como la rueda está montada sobre un eje de giro esencialmente vertical, estas vibraciones no producen un notable movimiento horizontal de aquella sobre su línea central vertical, sino que inducen un movimiento oscilatorio horizontal de la misma alrededor de dicho eje de rotación. Esto se denomina desequilibrio "dinámico" y para detectarlo, el captador se coloca preferiblemente en la línea central horizontal de la rueda, o cerca de dicha línea, y tan lejos de su eje como sea razonablemente factible.

Un conductor 12 se extiende desde el captador 10 -- así montado hasta un mueble C que contiene adecuados elementos circuitales eléctricos, un medidor M para registrar la magnitud de la señal producida por el captador y una luz estroboscópica L adaptada para proyectarse sincronizadamente con las vibraciones de la rueda. El citado mueble es desplazable de manera que pueda colocarse en un lugar opuesto a la rueda con la luz estroboscópica L situada para destellar sobre la rueda.

Como quiera que el captador 10 no tiene ningún componente montado en el suelo ni ninguna otra referencia fija, una sujeción móvil 14 va asociada al conductor 12 para mantenerlo apartado de la rueda y de su suspensión.

Con los componentes del aparato así asociados a la rueda, se acopla a ésta un aparato girador (no mostrado) que se acciona para mover la rueda en la dirección de su normal rotación de avance a una velocidad relativamente elevada, --

403149



después de lo cual se desacopla dicho aparato girador de la--  
rueda para permitir a ésta girar libremente bajo condiciones--  
que simulen bastante aproximadamente las condiciones de la --  
carretera.

5. Si la rueda está desequilibrada, botará o vibrará--  
vertical y/u horizontalmente, por lo que el captador emitirá--  
señales proporcionales al grado de vibración y por consiguien--  
te proporcionales al grado de desequilibrio que produce la --  
vibración. Estas señales son impulsos que tienen un máximo y--  
10. un mínimo correspondientes a los límites superior e inferior--  
(o límites interno y externo), respectivamente, de despla--  
zamiento de la rueda en cada revolución de la misma. El disposi--  
tivo circuital contenido en el mueble C capta uno u otro de --  
estos máximo y mínimo y pulsa la luz estroboscópica L una vez  
15. por cada revolución de la rueda, con el resultado de que la --  
rueda en rotación, bajo la influencia de la luz destellante,--  
aparece a la vista como si estuviese en reposo, es decir, "pa--  
rada". Ordinariamente, para el equilibrio "estático", la luz--  
es destellada en función del límite inferior de desplazamien--  
20. to de la rueda, por lo que ésta se halla "detenida" en una --  
posición en la que la masa desequilibrada se encuentra en el--  
fondo de la rueda o cerca de él (según el ángulo de fase de --  
retardamiento en el desplazamiento de la rueda, como se indi--  
ca anteriormente y tal como se expone luego con mayor detalle).  
25. Aplicando una marca radial con tiza al neumático, o seleccio--  
nando un detalle distintivo en la rueda o en el neumático, --  
puede observarse y anotarse la posición estroboscópicamente --  
"detenida" de la rueda.

30. Al mismo tiempo, puede leerse el medidor M para de--  
terminar la amplitud de la señal y por consiguiente la magni--

403 149



5. tud de la vibración, para obtener una indicación de la masa desequilibrada que produce la vibración. De hecho, lo que se mide es la fuerza o momento (cm-kilogramo de energía) que causan la vibración. Sin embargo, sabiendo que el peso a --- aplicar para contraequilibrar la masa desequilibrada se va a colocar en la llanta de la rueda, se conoce el brazo de momento del contrapeso, pudiéndose seleccionar así la masa de éste último para producir una fuerza o momento igual y opuesto. Por consiguiente, mediante ensayo y calibración adecuados, puede dotarse de una escala al medidor para leer en --

10. gramos el contrapeso requerido.

Luego se detiene físicamente la rueda, se gira manualmente a la posición estroboscópicamente "detenida" anotada -- bajo la luz destellante y se aplica el peso indicado por el --

15. medidor en un lugar de la llanta de la rueda opuesto al punto que se supone es el lugar de la masa desequilibrada. Luego se gira de nuevo la rueda para asegurarse de que se ha -- conseguido el equilibrio estático, después de lo cual puede equilibrarse dinámicamente la rueda siguiendo un procedimiento

20. to análogo.

Tal es la teoría y metodología básica del equilibrado estroboscópico de ruedas. Sin embargo, hasta ahora no ha sido tan fácil o inmediato el conseguir el equilibrado de --

25. ruedas. Ha sido necesario mucho trabajo de tanteo y experimentación, incluso por técnicos experimentados.

La presente invención vence muchas desventajas de -- los aparatos y métodos del arte anterior y permite un equilibrado estroboscópico de ruedas con particular facilidad y seguridad. Muchas de las ventajas de esta invención son atribuibles a la unidad captadora proporcionada por ella, que se

30.

403 149



describirá seguidamente en relación con las figuras 3 y 4.

La unidad captadora 10 de la invención se caracteriza particularmente por el uso de medios acelerómetros, tales como un transductor, para convertir la vibración de la -  
5. rueda en una señal pulsante eléctrica sensible mediante simple fijación de aquellos al sistema vibratorio sin conexión física al suelo o cualquier otra referencia fija. Naturalmente, un acelerómetro se construye para medir la aceleración -  
de un cuerpo en movimiento, pero se ha descubierto mediante esta invención que un acelerómetro puede funcionar satisfactoriamente creando una señal que sea tanto sensible como segura a efectos de determinación del lugar de un desequilibrio-  
10. que produce vibración y de la amplitud de la vibración producida. Además, se ha descubierto mediante esta invención que un acelerómetro puede crear una señal útil y segura para tal  
15. fin sin necesidad de la referencia fija; que hasta ahora ha constituido un obstáculo al práctico equilibrado estroboscópico de ruedas.

Así, de acuerdo con los descubrimientos de esta --  
20. invención, se emplea como principal captador o unidad detectora de vibraciones un acelerómetro en miniatura sensible al movimiento en un solo plano. Un acelerómetro adecuado para tal fin es el "Endevco Pixie", homologado a 10 mv/g. Tal acelerómetro es extremadamente pequeño y de ligero peso y sin -  
25. embargo proporciona una señal reproducible de modo seguro, - facilitando así un captador totalmente autónomo. Además, en la versión preferida de la invención, se emplean dos de tales acelerómetros, uno para detectar la vibración en dirección -  
vertical y el otro para detectarla en dirección horizontal, -  
30. de manera que una sola posición de fijación de la unidad cap

403 149



5. tadora 10 al sistema vibrador permita la determinación del --  
equilibrio tanto "estático" como "dinámico". Sin embargo, es-  
evidente que bastaría un solo acelerómetro, siempre que se mue-  
va en ángulo recto respecto a sí mismo entre los ensayos "está-  
tico" y "dinámico".

10. En las figuras 3 y 4 se muestra una versión preferi-  
da de la unidad captadora 10, en la que un par de aceleróme-  
tro en miniatura van montados en ángulo recto entre sí, con-  
cretamente un primer acelerómetro 20 montado con su eje o --  
plano de sensibilidad en dirección vertical y un segundo ace-  
lerómetro 22 montado con su eje o plano de sensibilidad en --  
dirección horizontal. Por conveniencia de manejo y para prote-  
gerlos contra daños, los acelerómetros se encierran preferi-  
blemente en un alojamiento 24, adecuadamente mediante su em-  
15. potramiento y encapsulamiento en un relleno epoxílico 26 con-  
tenido en el alojamiento. Para facilitar la fijación de la uni-  
dad captadora 10 al sistema vibrador, y considerando que la -  
mayoría de las partes de los vehículos automóviles son ferro-  
magnéticas, es preferible formar el alojamiento 24 como una -  
20. capsula tubular de material ferromagnético, practicar unas --  
muescas en una cara terminal de la misma para definir las - -  
piezas polares 28 y magnetizarla luego de manera que la unidad  
pueda adherirse desprendiblemente a una parte del vehículo --  
por atracción magnética.

25. Para completar el conjunto, los hilos múltiples del  
conductor 12 (cuatro hilos más una protección conductora) se-  
conectan a los acelerómetros y al alojamiento 24 y se asegura  
el conductor a éste último mediante una adecuada pieza de mol-  
deo 30 no conductora.

30. En el conjunto terminado, la unidad captadora 10 --

403 149



- puede ser de unas dimensiones tan reducidas como de 25,4 a 50,8 mm. de diámetro y 25,4 a 50,8 mm. de longitud, dependiendo de la conveniencia de manejo por el operario, provisión de una adecuada solidez estructural, etc. Por consiguiente, la unidad es muy pequeña y de peso muy reducido, adhiriéndose así fácil y rápidamente a una parte del sistema vibrador, tal como la placa de apoyo B del eje de la rueda. Como la unidad presenta tan poca masa de por sí, unos medios de fijación convencionales permitirán que la unidad permanezca adherida al sistema a pesar de un extremado choque vibratorio. Aunque podrían emplearse otros medios para adherir el captador a una parte del sistema, el imán permanente autónomo proporcionado por las piezas polares 28 facilita grandemente una segura fijación y fácil desprendimiento.
5. El dispositivo circuitual básico de la unidad captadora, el conductor 12 y los medios destinados a obtener selectivamente señales de los dos acelerómetros se muestran en la figura 5, en la que el conjunto captador se ilustra dentro de las líneas discontinuas. Como se muestra, los acelerómetros comprenden esencialmente un circuito que incluye un par de resistencias variables 20a y 22a correspondientes respectivamente a los acelerómetros 20 y 22, incluyendo las resistencias 20b y 22b respectivamente. El circuito se energiza mediante un suministro de corriente continua (indicado por las flechas de entrada) a través de los conductores 31 y 32 que forman parte del cable 12. La salida deriva de las derivaciones centrales a los pares de resistencias 20a-20b y 22a-22b a través de los conductores 33 y 34, que también forman parte del cable 12. Preferiblemente, estos conductores están protegidos por una protección 35 ligada a masa en el
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

403 149, 6



cable 12, por lo que las señales de salida de los acelerómetros pueden conducirse al mueble C (figura 1) sin interferencia o distorsión de fuentes de energía exteriores o extrañas.

Dentro del mueble C, las señales del acelerómetro-  
5. son conducidas a un amplificador 40 que produce señales de salida 41s y 41d que comprenden la resultante amplificada de los factores de resistencia 20a-20b y 22a-22b, respectivamente. El potencial existente a través de los respectivos ramales 31-41s y 32-41d puede derivarse entonces mediante respectivos  
10. potenciómetros calibradores 43 y 44, cuyas derivaciones conducen a respectivos contactos de un interruptor selector 45 de accionamiento manual, mediante el cual el operario del equilibrador puede derivar por selección propia una señal (indicada por la flecha de salida) de cualquiera de los  
15. dos acelerómetros, es decir, la señal pulsante 41s producida por la resistencia variable 20a como consecuencia de la vibración vertical o desequilibrio "estático" o la señal pulsante 41d producida por la resistencia variable 22a como consecuencia de la vibración horizontal o "desequilibrio dinámico".  
20.

En la figura 7 se muestra un circuito de captación similar pero modificado, en el que se omiten el amplificador 40 y los potenciómetros 43 y 44. Si, tal como se indica anteriormente, se emplea un solo acelerómetro que se desplaza  
25. en ángulo recto respecto a sí mismo entre los ensayos "estático" y "dinámico", el circuito estaría constituido simplemente por un par de resistencias y no sería esencial el interruptor 45, salvo posiblemente para variar la sensibilidad del circuito en los respectivos ensayos.

30. Con referencia ahora a la figura 6, se muestra - -

403 149



5. mediante un diagrama en bloques el circuito proporcionado -- por esta invención para asegurar la lectura del lugar del de-sequilibrio y la amplitud de la vibración producida por él. -- Tal como se esquematiza, el captador 10 y el amplificador 40-son energizados por un suministro de corriente continua, pre-feriblemente un suministro para fines múltiples que opera so-bre la línea standard de corriente alterna de 115 voltios. -- Las salidas 41s y 41d del amplificador son conducidas a los -controladores de ganancia 46 y desde éstos a un amplificador-10. de segunda etapa 47 y luego al conjunto de calibración y se-lección constituido por los potenciómetros 43 y 44 y el in-terruptor selector 45.

15. La señal seleccionada y calibrada se envía entonces a dos canales, concretamente un canal de impulsos (mostrado -en la porción superior de la figura 6) y un canal de amplitud (mostrado a la derecha del componente "calibración-selección"). En este último canal, la señal es amplificada y rectificad y enviada al medidor M. Preferiblemente, este medidor estará --calibrado para indicar gramos de peso contraequilibrador re-20. queridas para cada uno de los tamaños standard de ruedas, es-tando calibrado también en unidades de velocidad, hallándose-el medidor bajo el contról de un interruptor 48 para indicar--gramos de contrapeso en una posición del interruptor y para -indicar la velocidad de la rueda en la otra, como seguidamente se describirá.

25. En el canal de impulsos, la señal del componente --"calibración-selección" se recibe en una unidad "filtradora--cambiadora" 50 en la que la señal es filtrada para eliminar -el ruido de la rueda y otras interferencias extrañas, y en la que la fase de la señal se cambia correlativamente con la ve-30.

403 149



locidad de la rueda. Un fenómeno inherente a las masas desequilibradas en rotación, que no puede ignorarse en el sistema, es el hecho de que el desplazamiento de la masa irá con retardo respecto al lugar del desequilibrio en un grado progresivamente creciente, hasta de  $180^{\circ}$ , al aumentar la velocidad de la rueda. A bajas velocidades y por debajo de la velocidad crítica del sistema vibrador, el desplazamiento es de fase muy próxima al lugar del peso desequilibrado contenido dentro de la rueda en rotación y que causa la vibración. Al incrementarse la velocidad, el desplazamiento del cuerpo en rotación se retarda respecto al lugar del peso desequilibrado, es decir, el desplazamiento de la rueda no está en fase con la posición del peso, sino que se retarda respecto al mismo. La connotación teórica es la de que a la velocidad crítica o de resonancia, el desplazamiento de la rueda se retarda respecto a la posición del peso desequilibrado en una medida de  $90^{\circ}$ . Al aumentar la velocidad más allá del valor crítico, el ángulo de fase aumenta hasta un punto que se aproxima a un retardo de  $180^{\circ}$ . Por consiguiente, es importante que se establezca una compensación a la velocidad cuando se ilumina la rueda bajo la luz estroboscópica a fin de poder determinar correctamente la posición o lugar del desequilibrio. Considerado inversamente, si la luz estroboscópica simplemente destellase en el límite inferior del desplazamiento de la rueda (sin compensación de velocidad), no habría manera de saber donde podía estar el lugar de desequilibrio, porque se encontraría en cualquier punto entre  $0$  y  $180^{\circ}$  desde el fondo de la rueda en su posición estroboscópicamente "detenida".

Para permitir una determinación exacta del lugar de desequilibrio, la presente invención incorpora medios para

403 149



- medición de la velocidad de la rueda y localización del punto de desequilibrio en función de dicha velocidad. Esto se consigue preferiblemente mediante un componente de cambio 50 que sigue constantemente la velocidad de la rueda (por ejemplo, contando el número de impulsos en la señal recibida) y que ajusta el grado de cambio de fase de su señal de salida de acuerdo con las velocidades de la rueda; mediante un componente de cambio 50 que cambie automáticamente la fase de su señal de salida en un grado predeterminado y proporcione una señal visual y/o audible al operario para que efectue sus lecturas cuando la rueda está girando a velocidades del orden correlacionado con el grado predeterminado de cambio de fase y/o aplicando señales de impulso o disparo a la luz estroboscópica solamente dentro de una gama preseleccionada de velocidades de la rueda, correlacionada con un cambio de fase predeterminado o conocido.
- 5.
- 10.
- 15.

- En suspensiones de ruedas de automóviles, la velocidad crítica o resonante de la rueda es del orden de 1.200-rpm aproximadamente. A esta velocidad, el ángulo de fase entre el desplazamiento de la rueda y el lugar de desequilibrio es aproximadamente de  $90^{\circ}$ , el cual es suficientemente seguro para emplearse como velocidad de calibración del aparato ilustrado. Además, esta es la mejor velocidad a la que debe realizarse por lo menos la lectura inicial para la magnitud y localización del desequilibrio de la rueda y para determinar las correcciones (magnitud y localización del contrapeso) requeridas. Por consiguiente, de momento podemos suponer que el componente 50 de cambio de fase está construido para cambiar automáticamente la fase de la señal pulsante en  $90^{\circ}$  a 1.200-rpm.
- 20.
- 25.
- 30.

403 149



5. La señal así cambiada se amplifica luego y se aplica a un amplificador cuadrador 51, en el que las pulsaciones de la señal entrante se convierten a la forma de onda cuadrada, es decir, la señal es refinada para una mayor precisión y subsiguiente conveniencia. La señal de onda cuadrada se -- aplica a su vez a un diferenciador y generador de impulsos - 52, que selecciona un conjunto de máximos o mínimos de señales, por ejemplo el conjunto de máximos producidos en el límite inferior de desplazamiento de la rueda, y luego emite - un impulso agudo por cada uno de dichos máximos o correspondientes a ellos. La salida del generador de impulsos se usa para activar la luz estroboscópica L y también para proporcionar una medición de la velocidad en el medidor M.

10. Específicamente, la señal procedente del generador de impulsos se aplica a través de un primer ramal a un integrador o contador 53 para producir una señal que sea detectable por el medidor M y que se aplica a éste a través del interruptor 48. Preferiblemente, se disponen medios para calibrar esta señal al medidor, en forma de un potenciómetro 54. 15. Así, manipulando el interruptor 48, el operario puede leer - en el medidor la velocidad de la rueda o el contrapeso requerido.

20. La señal pulsante procedente del generador 52 se aplica también al circuito de luz estroboscópica, que comprende de la luz L, una bobina activadora 60, un circuito de descarga 61, un suministro de energía 62 para el circuito de -- descarga y la bobina activadora, un transformador aislante - 63 para aislar el suministro de energía 62 del circuito de - medición y un amplificador de impulsos y accionador 64 del - 30. circuito de descarga para aplicar los impulsos al transfor--

403 149



6

- mador y por consiguiente a la luz estroboscópica. En la línea extendida entre el generador 52 y el amplificador 64, se dispone preferiblemente un circuito selector en paralelo para acomodar el suministro directo de todos los impulsos al
5. circuito de la luz o sólo el suministro de los impulsos producidos dentro de un nivel preseleccionado de velocidad de la rueda, correlacionado con un predeterminado cambio de fase producido por la unidad 50. Esta última función se consigue mediante un discriminador de velocidades 55, que puede
10. contar los impulsos y pasar sólo los que entren dentro de una gama preseleccionada de ritmos de impulsos, por ejemplo, en el caso aquí seleccionado, los impulsos producidos dentro de un valor de velocidad de la rueda de 1.200 rpm, por ejemplo de 1.100 a 1.300 rpm. Las alternativas permitidas por este
15. circuito se hallan preferiblemente bajo el control selectivo del operario mediante adecuada manipulación de un interruptor selector 56.

- En el uso del aparato anteriormente descrito, y considerando los componentes establecidos en un vehículo como se muestra en la figura 1, el operario ajustará
20. primero el interruptor selector 45 para un equilibrio "estático", pondrá en rotación la rueda a una velocidad superior a su velocidad crítica y luego separará el aparato girador de la rueda, de manera que ésta pueda girar y vibrar libremente. Si no está "estáticamente" equilibrada, la rueda vibrará
25. hacia arriba y abajo, haciendo que el acelerómetro 20 suministre señales al circuito. Si el interruptor selector 56 se ajusta en la posición ilustrada para suministrar todos los impulsos al circuito de la luz estroboscópica, la luz destellará a todas las velocidades de la rueda. Si el cambio de
- 30.

403 149



fase de la señal es compensado automáticamente por la unidad-50 a todas las velocidades de la rueda, la luz "detendrá" a ésta en la posición en que la parte pesada o desequilibrada - de la misma se encuentra en su parte inferior.

5. Si se establece una compensación sólo para una velocidad preseleccionada de la rueda, por ejemplo el cambio de fase de  $90^\circ$  a 1.200 rpm, el operario ajustará el interruptor-48 de manera que el medidor M indique la velocidad y observará dicho medidor hasta que la indicada velocidad de la rueda-10. (mientras su velocidad va aminorando desde un valor mayor) se aproxime a 1.200 rpm. Si se desea, podría asociarse una luz verde u otro indicador al medidor para señalar esta velocidad. El operario girará entonces el interruptor 48 a su otra posición para obtener la indicación por el medidor del contra-15. peso requerido y observará entonces la rueda tal como aparece bajo la influencia de la luz estroboscópica y anotará su posición, que en este momento será tal que la masa desequilibrada se encuentra en el fondo de la rueda.

20. Como variante, el operario puede girar el interruptor 56 para utilizar la unidad discriminadora 55, tras lo cual sólo necesita observar la rueda hasta que la luz empiece a destellar, leer la posición de la rueda y observar la indicación de contrapeso que da el medidor M.

25. Luego se detiene físicamente la rueda y se gira manualmente a la posición observada cuando fue estroboscópicamente "detenida" al nivel de 1.200 rpm, en la que la masa desequilibrada está situada sustancialmente en la parte inferior. Luego se fija a la rueda el peso indicado por el medidor M en la parte superior de aquella. Preferiblemente, este peso se-30. divide en dos partes iguales, uno de los cuales se aplica al-

403 149<sup>6</sup>



exterior de la rueda y el otro al interior, al objeto de no alterar la condición "dinámica" de la rueda.

- Luego se pone de nuevo en rotación la rueda a una velocidad superior a su velocidad crítica, es decir, por encima de 1.200 rpm. Si se ha conseguido el equilibrio "estático", la rueda no vibrará, el acelerómetro 20 no producirá -- ninguna señal y la luz estroboscópica L no destellará, indicando así al operario que la rueda está "estáticamente" equilibrada. Entonces el operario girará el interruptor 56 a su posición de lectura continua, de manera que pueda observar -- que efectivamente la rueda está equilibrada a todas las velocidades, es decir, superiores e inferiores a la velocidad -- crítica. Si el aparato de la invención diese una indicación -- por destello y medidor, el operario seguirá esencialmente el mismo procedimiento anteriormente descrito, ajustando también la cantidad y/o posición del contrapeso hasta que haya conseguido un equilibrio satisfactorio.

- Quando se ha logrado el equilibrio estático, el operario girará el interruptor 45 a la posición "dinámica" y seguirá esencialmente el mismo procedimiento antes descrito para asegurar el equilibrio dinámico. En la aplicación del contrapeso para conseguir el equilibrio dinámico, el operario -- puede ajustar naturalmente los pesos "estáticos" previamente fijados de lado a lado de la rueda (pero sin cambiar la colocación circunferencial de la misma).

- La seguridad y reproductibilidad de las señales generadas por el captador de esta invención acomoda y proporciona otro método de uso del aparato, especialmente para operarios expertos. Cuando una rueda desequilibrada se acelera y empieza a vibrar, el parachoques, guardabarros y otras partes

403 149 6



del vehículo situadas junto a la rueda vibrarán en respuesta--  
a la vibración de ésta, aunque no necesariamente en fase con -  
ella, es decir, puede haber un retardamiento de fase entre el-  
desplazamiento de la rueda y el del parachoques o guardaba- --  
5. rros; de acuerdo con la invención; tales partes vibratorias --  
pueden usarse para la fijación del captador, evitando así al -  
operario el arrastrarse bajo el vehículo para fijar el capta--  
dor a la placa de apoyo B del eje de la rueda.

En este método de uso del captador, el operario ha -  
10. de determinar primeramente el cambio de fase, si lo hay, entre  
la rueda en vibración y la parte de la carrocería a la que se-  
ha fijado el captador. Para ello, pone primeramente en rota- -  
ción la rueda a elevada velocidad para determinar, mediante --  
su propia experiencia y uso del medidor M, si la rueda necesi-  
15. ta un equilibrado y, en caso afirmativo, la cantidad aproxima-  
da de contrapeso que se va a precisar. Luego detiene la rueda,  
le fija un contrapeso mucho mayor que el calculado (por ejem--  
plo, si calcula que el contrapeso requerido es aproximadamente  
20. de 42,45 kg, puede fijar un peso de 141,5 kgs prácticamente en  
cualquier punto de la rueda). Pone de nuevo en rotación la rue-  
da a elevada velocidad y observa la posición de la misma bajo-  
la luz estroboscópica e indicación del medidor, detiene física-  
mente la rueda y la gira manualmente a la posición de "parada"  
estroboscópica. Si la parte del vehículo a la que está fijado-  
25. el captador está en fase con la vibración de la rueda, el gran  
peso especialmente aplicado deberá encontrarse en las proximi-  
dades de la parte inferior de la rueda y el medidor deberá - -  
ofrecer una indicación aproximada al valor de tal peso. Si és-  
te no se halla colocado así, el operario observa y/o mide la -  
30. diferencia angular entre tal peso y la posición inferior de la

403 149



5. rueda y retiene esta información como el ángulo de cambio de fase entre la rueda y la parte del vehículo a la que se ha adherido el captador. De modo análogo, correlaciona o calibra la indicación del medidor en relación con la masa del peso excesivo especialmente aplicado.

10. Luego se retira este peso y se pone en rotación la rueda para proceder al equilibrado de igual manera a como anteriormente se describe, con la excepción de que cuando la rueda es físicamente detenida y manualmente girada a la observada posición estroboscópicamente "detenida" se gira adicionalmente en la medida del ángulo de cambio de fase previamente determinado, al objeto de desplazar el punto pesado real de la rueda a la posición inferior. Luego se aplica peso en la posición superior de acuerdo con la "calibración" previamente determinada del medidor, después de lo cual el ensayo y/o ajuste de peso prosigue de igual manera a como queda descrito.

15. Se ve por consiguiente que los objetos y ventajas de esta invención se consiguen de manera conveniente, económica y práctica.

20. Aunque se ha mostrado y descrito aquí una versión preferida de la invención, se comprenderá que pueden efectuarse en ella varios cambios, redistribuciones y modificaciones sin apartarse del ámbito de la invención, tal como se define en las adjuntas reivindicaciones.

25.           N O T A          

30. La Patente de Invención, que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO PARA EL EQUILIBRADO DE RUEDAS DE VEHICULOS POR MEDIOS LUMINOSOS ESTROBOSCOPICOS Y APARATO EQUILIBRADOR PARA SU REALIZACION", según las características --



esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

- 1ª.- Procedimiento para el equilibrado de ruedas de vehículos por medios luminosos estroboscópicos, en el --
5. que la rueda del vehículo queda libremente suspendida y es accionada a elevada velocidad, se detectan las vibraciones de la rueda en rotación y se proyecta una luz estroboscópica sobre la misma en relación sincronizada con sus vibraciones para ofrecer una indicación del lugar de desequilibrio que causa la vibración; caracterizado porque comprende la --
10. fijación a una parte del vehículo, que es normalmente estacionaria pero que vibra en respuesta a las vibraciones causadas por el desequilibrio de la rueda, y excéntricamente -- al eje de dicha rueda, de un alojamiento que contiene me --
15. dios acelerómetros montados de tal manera que sean sensibles a las vibraciones de la rueda en el plano vertical y/u horizontal, la derivación de señales de dichos medios acelerómetros en una posición alejada de la rueda en rotación, el -- acoplamiento de cada señal derivada a un contador de impulsos para determinar la velocidad de la rueda, el cambio del --
20. ángulo de fase de cada señal derivada para compensar el -- ángulo de fase entre el desplazamiento de la rueda y el lugar de desequilibrio de la misma en rotación, y el suministro de cada una de las señales de impulsos así compensadas
25. a la luz estroboscópica.

- 2ª.- Procedimiento para el equilibrado de ruedas de vehículos por medios luminosos estroboscópicos, según la reivindicación 1ª, en el que el ángulo de fase de cada señal derivada es cambiado en una medida predeterminada y el desequilibrio de la rueda se determina a una velocidad correla--
- 30.

403 149



cionada y preseleccionada.

5. 3ª.- Procedimiento para el equilibrado de ruedas - de vehículos por medios luminosos estroboscópicos, según la reivindicación 2ª, en el que el ángulo de fase de cada señal derivada es cambiado en  $90^{\circ}$  y el desequilibrio se determina a una velocidad de la rueda del orden de 1.100 a 1.300 rpm.

10. 4ª.- Procedimiento para el equilibrado de ruedas - de vehículos por medios luminosos estroboscópicos, según la reivindicación 2ª, en el que las señales de impulsos compensadas son aplicadas a la luz estroboscópica solamente mientras la rueda se halla en rotación dentro del citado nivel - preseleccionado de velocidad.

15. 5ª.- Aparato equilibrador para la realización del procedimiento de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque comprende una unidad captadora autónoma consistente - esencialmente en un alojamiento adaptado para su adherencia a una parte del vehículo que es normalmente estacionaria pero que vibra en respuesta a las vibraciones causadas por el desequilibrio de las ruedas, y un medio acelerómetro montado  
20. en el referido alojamiento, que tiene un plano de sensibilidad adaptado para disponerse en dirección vertical para la captación de un desequilibrio estático y en dirección horizontal para la captación de un desequilibrio dinámico.

25. 6ª.- Aparato equilibrador, según reivindicación 5ª, que comprende la inclusión en el referido alojamiento de medios para adherir firme pero desprendiblemente aquél a una - parte del vehículo.

30. 7ª.- Aparato equilibrador, según reivindicación 6ª, en el que dicho alojamiento comprende una cápsula ferromagnética tubular que encierra un medio acelerómetro e incluye --

403 1496



piezas magnéticas en un extremo del mismo para adherir des--  
prendiblemente el citado alojamiento a una parte ferromagné--  
tica del vehículo.

5. 8ª.- Aparato equilibrador, según la reivindicación  
7ª, en el que dicho medio acelerómetro está montado en la --  
referida cápsula y encerrado en la misma mediante un relleno  
epoxílico contenido en ella.

10. 9ª.- Aparato equilibrador, según la reivindicación  
5ª, en el que el citado medio acelerómetro consta de un pri--  
mer acelerómetro montado en el alojamiento con su plano de -  
sensibilidad en dirección vertical y de un segundo aceleróme--  
tro montado en el alojamiento con su plano de sensibilidad en  
dirección horizontal, para detectar así el equilibrio tanto--  
estático como dinámico en una sola posición de fijación de --  
15. tal alojamiento.

20. 10ª.- Aparato equilibrador, según la reivindica--  
ción 9ª, que comprende un conductor múltiple extendido desde  
el alojamiento para suministrar energía a dichos aceleróme--  
tros y derivar señales de ellos, y un medio conmutador conec--  
tado al referido conductor lejos del alojamiento para deri--  
var selectivamente señales de cada uno de los acelerómetros.

25. 11ª.- Aparato equilibrador, según la reivindica--  
ción 5ª, que comprende medios contadores de impulsos acopla--  
dos a la salida de dichos medios acelerómetros y medios de--  
terminadores de velocidades accionados por los referidos me--  
dios contadores de impulsos.

30. 12ª.- Aparato equilibrador, según la reivindica--  
ción 11ª, que comprende medios luminosos estroboscópicos aco--  
plados a la salida de los medios acelerómetros para proyec--  
tar luz sobre la rueda en relación sincronizada con las vi--

403149



braciones de la misma, y medios cambiadores de fases asociados a los medios contadores de impulsos y acoplados en el - circuito de los medios luminosos estroboscópicos para compensar el ángulo de fase entre el desplazamiento de la rueda y el lugar de desequilibrio de la misma rueda en rotación.

5.

13ª.- Aparato equilibrador, según la reivindicación 12ª, que comprende medios en el circuito de dichos medios contadores de impulsos y de los medios luminosos estroboscópicos para acomodar el destello de tales medios luminosos solamente a un nivel de velocidad predeterminado.

10.

14ª.- Aparato equilibrador, según la reivindicación 12ª, que comprende medios medidores acoplados a la salida de los medios acelerómetros para medir la magnitud de la señal derivada de los mismos y para indicar aproximadamente el grado de desequilibrio de la rueda.

15.

15ª.- PROCEDIMIENTO PARA EL EQUILIBRADO DE RUEDAS-DE VEHICULOS POR MEDIOS LUMINOSOS ESTROBOSCOPICOS Y APARATO-EQUILIBRADOR PARA SU REALIZACION.

Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria Descriptiva, que consta de veintisiete hojas, escritas a máquina por una sola cara y dibujos.

20.

Madrid, 6 JUN. 1972

APPLIED POWER INDUSTRIES INC.

P.P. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

P.P.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera



Fig. 1

403 149

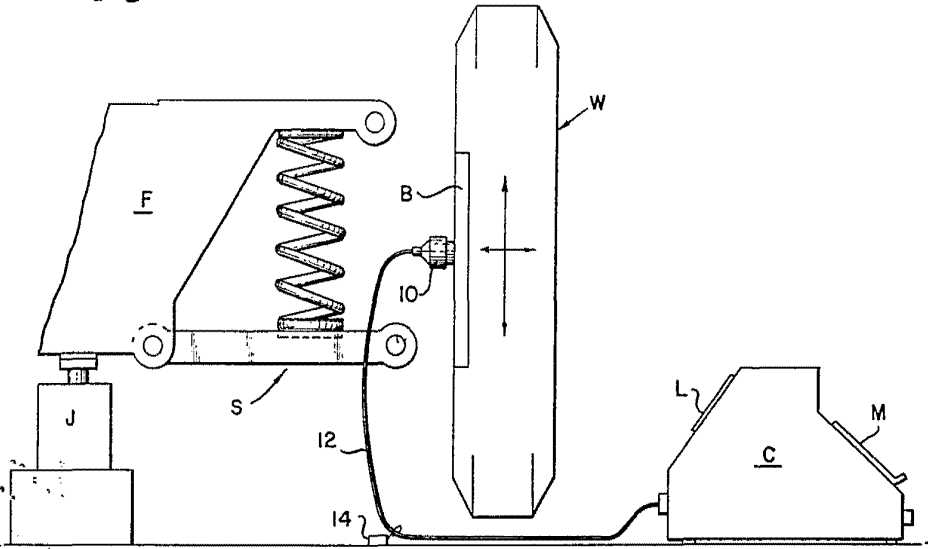


Fig. 2

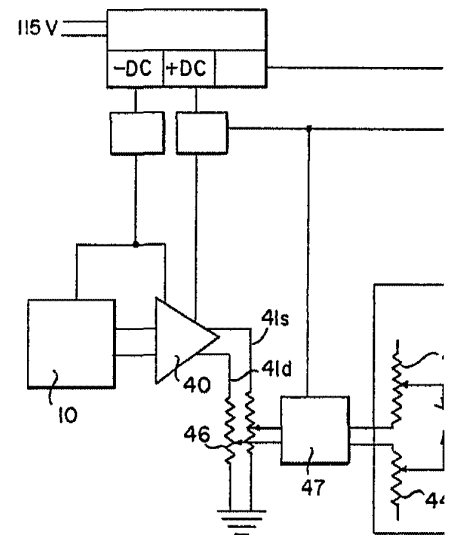
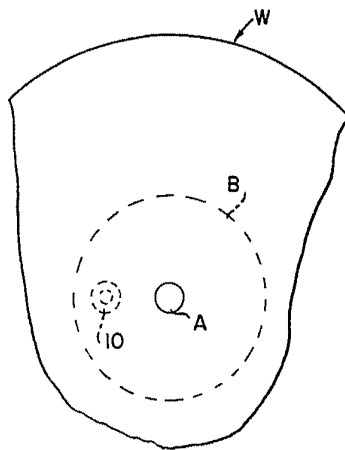
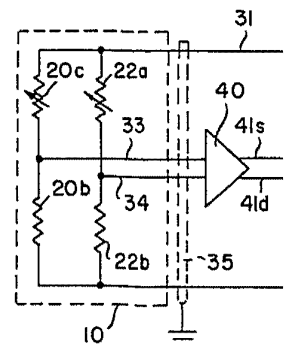


Fig. 5



Escala variable

407169

403149<sub>2</sub>

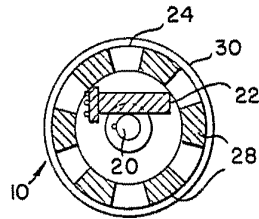
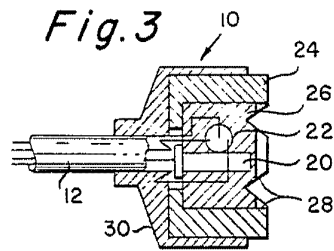
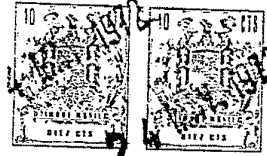


Fig. 4

Fig. 6

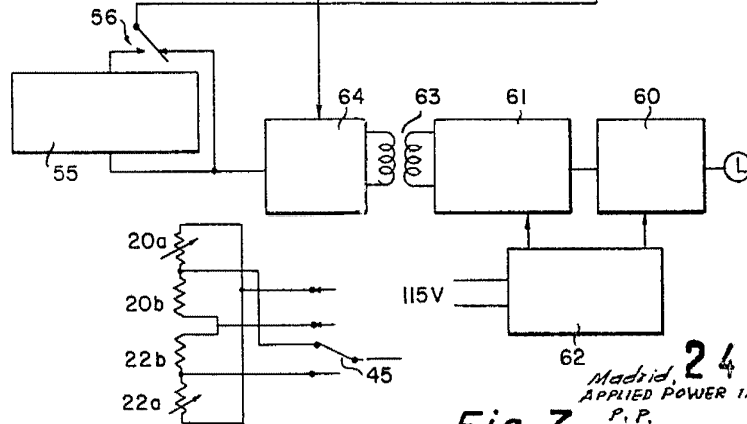
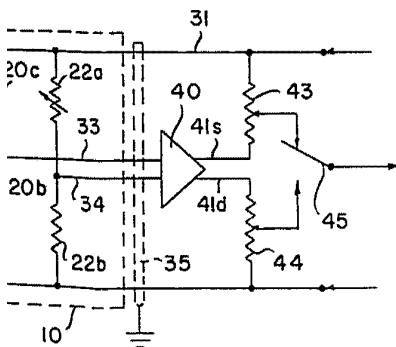
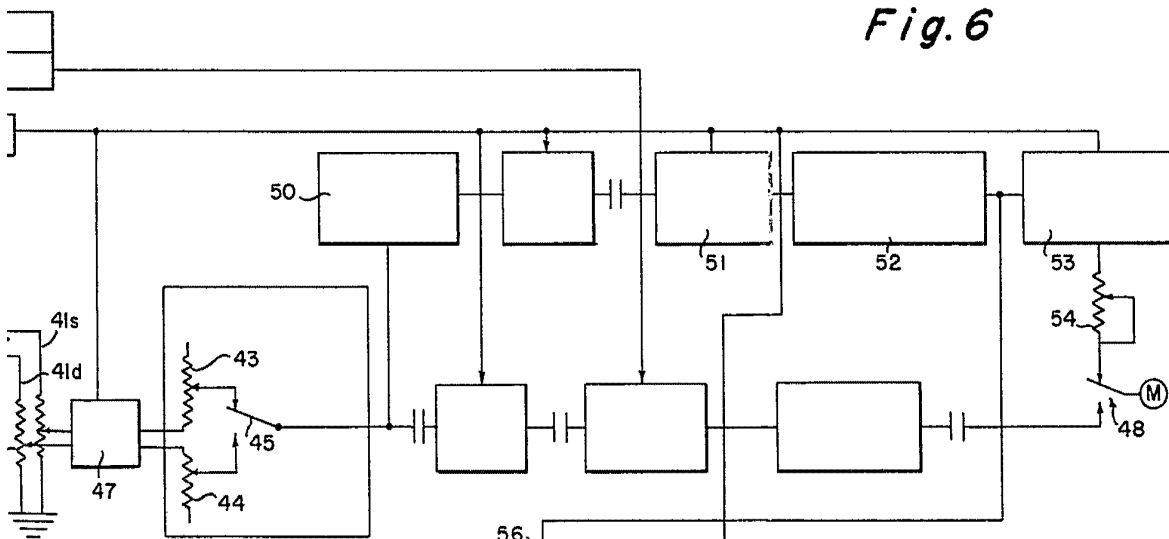


Fig. 7

24 MAY. 1972  
Madrid, APPLIED POWER INDUSTRIES, INC.  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERO