

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 702**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/12** (2006.01)

**G01R 31/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014** **E 14197445 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016** **EP 2884292**

54 Título: **Aparato y procedimiento para medir corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de porcelana y vidrio**

30 Prioridad:

**12.12.2013 US 201314104517**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**28.02.2017**

73 Titular/es:

**ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, INC.  
(100.0%)  
1300 West W.T. Harris Boulevard  
Charlotte, NC 28262, US**

72 Inventor/es:

**PHILLIPS, ANDREW JOHN;  
ENGELBRECHT, CHRISTIAAN STEPHEN;  
MAJOR, J. MARK y  
LYNCH, ROBERT CARLTON**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 603 702 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato y procedimiento para medir corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de porcelana y vidrio

5 Antecedentes de la invención

Esta solicitud se refiere, en general, al control de corrientes de fuga en un sistema de transmisión y, más en particular, a un aparato y un procedimiento para detectar y controlar de manera precisa corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de porcelana y vidrio.

10 En muchos países, incluidos los Estados Unidos, se utiliza madera como parte del aislamiento de las líneas para mejorar el nivel de aislamiento básico (BIL) de la línea, ya que se sabe que el comportamiento de las líneas de transmisión ante los rayos puede mejorarse utilizando un soporte o poste de madera. Sin embargo, esto presenta problemas ya que ha habido, y sigue habiendo, muchos casos de incendios en los postes y crucetas de madera debido a corrientes de fuga de baja frecuencia y a chispas en la madera procedentes de fuentes tales como corrientes de fuga debidas a la contaminación del aislante a pesar de las medidas de mitigación tomadas.

15 Los aislantes en forma de discos de porcelana y vidrio instalados en sistemas de transmisión y distribución están expuestos a la contaminación, por ejemplo de sales marinas, sal para las carreteras y agentes contaminantes industriales. Esta contaminación puede dar como resultado un contorneamiento en el aislante, normalmente cuando hay una ligera humedad, por ejemplo condensación, cuando las sales y el agua se mezclan formando un electrolito conductor. El contorneamiento supone un problema ya que da como resultado un corte de corriente que interrumpe el suministro de energía en los servicios públicos.

20 Cuando las sales acumuladas en las superficies de un aislante se humedecen, forman un electrolito conductor. Puesto que un extremo del aislante está bajo tensión y el otro extremo está conectado a tierra, fluye corriente a lo largo de las superficies del aislante. Si estas corrientes son lo bastantes intensas se formará un arco (denominado arco de banda seca), el cual o bien se disipará o bien crecerá hasta generar un contorneamiento. La magnitud de las corrientes de fuga que se producen bajo un arco de banda seca proporciona una indicación del riesgo de un contorneamiento en el aislante. Si hay riesgo de un contorneamiento en los aislantes debido a la acumulación de contaminación, los servicios públicos pueden limpiar los aislantes o pueden tomar otras medidas, tal como redirigir la energía hacia otros sistemas de transmisión y distribución.

25 A continuación se enumeran algunas medidas de mitigación utilizadas habitualmente; sin embargo, ninguna de estas medidas de mitigación proporciona medios para controlar y localizar posibles problemas de corrientes de fuga para que una empresa de servicios públicos pueda aplicar medidas preventivas.

30 1. Enrollar bandas metálicas alrededor del poste de madera y conectarlo al hardware aislante. Este procedimiento tiene la ventaja de que la reducción de las longitudes de trayectoria de madera "aisladas" (usadas como mejora para el BIL) es limitada. El material conductor usado para este fin debe ser compatible con otro hardware para no generar corrosión.

35 2. Un pequeño electrodo protector, en forma de tirafondo o de placa con múltiples picos (por ejemplo, un conector *gang-nail*), está fijado a la madera fuera del área de sombra de lluvia y está conectado al hardware aislante. Este procedimiento tiene un efecto mínimo en el BIL de la estructura.

40 3. Aplicación de pintura conductora para cubrir las zonas de alta resistencia alrededor de las interfaces entre metal y madera. Este procedimiento tiene un efecto mínimo en el BIL de la estructura.

45 4. Conectar el hardware aislante a un conductor. La finalidad de este hilo de conexión es "equilibrar" la corriente de fuga de modo que solo fluya una pequeña corriente residual en el poste. Este esquema tiene dos variantes:

50 (a) Las bases del aislante están conectadas entre sí pero no conectadas a tierra. El cable a tierra termina a cierta distancia para realizar la fase a tierra BIL requerida para sobretensiones de iluminación inducidas.

55 (b) Las bases del aislante pueden unirse entre sí y conectarse a tierra. En este caso, la madera no se utiliza como parte del aislante de línea contra los rayos. Además, es importante que el material del hilo de conexión se seleccione de manera que sea compatible con otro hardware usado para impedir la corrosión.

60 5. Una ampliación del procedimiento anterior consiste en usar crucetas de acero para unir las bases de aislante entre sí. Las crucetas de acero pueden estar conectadas a tierra o dejarse suspendidas dependiendo de si la instalación necesita o no madera como parte del aislamiento de línea para el comportamiento ante rayos.

65 6. Finalmente, los aislantes usados pueden modernizarse para obtener prestaciones mejoradas contra la contaminación. Otras opciones incluyen una limpieza regular del aislante o la aplicación de grasa de silicona en los aislantes.

El documento US 2013/169285 da a conocer un sensor de corrientes de fuga para un aislante de tipo suspensión.

El documento US 2013/169286 da a conocer un sensor de corrientes de fuga para un aislante de tipo poste.

El documento US 2011/279278 da a conocer un sistema de supervisión y de alarma temprana para fallos en el aislante de alta tensión.

5 El documento WO 2013/062468 da a conocer un dispositivo de detección inalámbrico y un sistema que comprende el mismo.

10 El documento WO 2007/093861 da a conocer un procedimiento y un aparato para evaluar el nivel de contaminación en la superficie de un aislante de media/alta tensión que se usa al aire libre.

El documento US 5 764 065 da a conocer un dispositivo de detección remota de contaminación para determinar la contaminación en el aislamiento de líneas y subestaciones eléctricas.

15 Breve resumen de la invención

Estas y otras desventajas de la técnica anterior son abordadas por la presente invención, que proporciona un procedimiento para detectar corrientes de fuga y un sistema de supervisión de corrientes de fuga que supervisa de manera continua y notifica posibles problemas de corrientes de fuga para permitir que se tomen medidas para mitigar cualquier posible problema que pueda surgir a partir de la corriente de fuga. El aparato se define la reivindicación 1 y el procedimiento se define en la reivindicación 8.

20 Un aparato de detección para detectar y supervisar corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de un sistema de energía eléctrica comprende:

25 (a) una unidad de detección configurada para acoplarse a un capuchón de una cadena de discos aislantes, incluyendo la unidad de detección:

30 (i) un disco de detección configurado para rodear el capuchón, incluyendo el disco de detección un conjunto de discos inferiores conductores, un conjunto de discos superiores conductores, un conjunto de discos aislantes intercalado entre los conjuntos de discos conductores inferiores y superiores, y una rejilla conductora conectada a una parte inferior del conjunto de discos inferiores para proporcionar un contacto uniforme entre el disco de detección y una superficie de un disco aislante; y

35 (ii) un alojamiento conectado al disco de detección, incluyendo el alojamiento componentes electrónicos configurados para medir y notificar corrientes de fuga en un disco aislante; y

(b) donde las corrientes de fuga en una superficie del disco aislante son interceptadas por el disco de detección y transferidas al alojamiento para su procesamiento y notificación por los componentes electrónicos.

40 Características adicionales de la presente invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de la invención

45 El contenido inventivo puede entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una vista lateral esquemática de una parte de un poste de servicio eléctrico que porta una cadena de discos aislantes y una unidad de detección fabricada según un aspecto de la invención;

50 la Figura 2 es una vista desde arriba de la unidad de detección de la Figura 1;

la Figura 3 es una vista lateral de la unidad de detección de la Figura 1;

la Figura 4 muestra una rejilla de la unidad de detección de la Figura 1 en contacto uniforme con un disco aislante de vidrio;

55 la Figura 5 es una vista parcialmente seccionada de una unidad de detección que muestra una primera configuración de un ensamblado de detección en la misma;

la Figura 6 es una vista parcialmente seccionada de una unidad de detección que muestra una segunda configuración de un ensamblado de detección en la misma;

la Figura 7 es una vista parcialmente seccionada de una unidad de detección que muestra una tercera configuración de un ensamblado de detección en la misma;

60 la Figura 8 es una vista en perspectiva de la unidad de detección sin su tapa para mostrar los componentes electrónicos incluidos en la misma; y

la Figura 9 es un diagrama de bloques que muestra el funcionamiento de una unidad de detección.

Descripción detallada de la invención

65 Haciendo referencia a los dibujos, en los que los mismos números indican los mismos elementos en todas las figuras, la Figura 1 ilustra esquemáticamente una cadena de aislantes 10 que presenta una pluralidad de discos

aislantes conectados en serie suspendidos de una cruceta 11 de un poste de servicio eléctrico 12 y que sostiene un conductor eléctrico 13. La cadena de aislantes 10 es una cadena de aislantes conocidos en forma de disco que tiene una forma externa generalmente cilíndrica con un accesorio o capuchón 14 de extremo superior o de extremo conectado a tierra y un extremo inferior 16 conectado al conductor eléctrico 13, y está formada por un material eléctricamente aislante (es decir, que no conduce electricidad), tal como vidrio o porcelana. Un aparato a modo de ejemplo en forma de unidad de detección para detectar y supervisar de manera precisa corrientes de fuga según una forma de realización de la invención está montado en el capuchón 14 de un disco superior de la cadena de aislantes 10 y se muestra de manera genérica con el número de referencia 20.

En resumen, la unidad de detección 20 es un sensor de RF que está acoplada al último disco de una cadena de aislantes de porcelana/vidrio en el extremo conectado a tierra, mide la corriente de fuga que fluye en el aislante, procesa la corriente y la asigna a un intervalo específico. Después, el sensor transmite la información de manera inalámbrica a una estación base local o a un dispositivo manual. Algunas de las principales ventajas de la unidad de detección 20 incluyen:

1. No se ve afectada por campos magnéticos dispersos.
2. Apenas reduce la distancia de fuga o de arco seco de la cadena de aislantes.
3. No se necesitan cables para activar el sensor o comunicarse con el sensor.
4. Mayor fiabilidad; unidades anteriores que usaban cables eran muy poco fiables debido al cableado, especialmente porque se aplica en un entorno de alta tensión.
5. Capacidad de instalar rápidamente muchas unidades.
6. El sensor realiza él mismo el procesamiento y proporciona al usuario información procesada en función de la cual puede tomar una decisión.
7. Al usar una combinación de componentes electrónicos analógicos y digitales no se pasa por alto ningún pulso de corriente (las tecnologías anteriores que usaban solamente mediciones digitales solo captaban corrientes de fuga durante un breve periodo de tiempo y normalmente no detectaban eventos importantes).

Haciendo referencia a las Figuras 2 a 4, la unidad de detección 20 está acoplada al capuchón 14 del disco aislante e incluye (1) un disco de detección 21 formado por dos mitades 21A y 21B conectadas por un par de articulaciones 22 en un primer extremo para permitir que las dos mitades 21A y 21B pivoten entre sí y para permitir que un segundo extremo del disco de detección 21 se abra y reciba el capuchón 14 en el mismo y (2) un alojamiento conectado a tierra 23 conectado al disco de detección 21. El alojamiento 23 contiene los componentes electrónicos para medir y notificar las corrientes de fuga (descritos posteriormente) y está acoplado al disco de detección 21 a través de un soporte eléctricamente conductor 29 conectado a un conjunto de discos superiores 26 del disco de detección 21.

El disco de detección 21 incluye (1) un conjunto de discos inferiores conductores 24, (2) el conjunto de discos superiores conductores 26, (3) un conjunto de discos aislantes 27 intercalado entre y conectado a los conjuntos de discos inferiores y superiores 24 y 26, respectivamente, y (4) una rejilla conductora de acero inoxidable 28 conectada a una parte inferior del conjunto de discos inferiores 24 y adaptada para proporcionar un contacto uniforme con una superficie aislante. El conjunto de discos aislantes 27 impide que las corrientes de fuga fluyan desde el conjunto de discos inferiores 24 hasta el conjunto de discos superiores 26. Un mecanismo de bloqueo, tal como un perno u otro elemento de fijación adecuado, fija las dos mitades 21A y 21B entre sí una vez que el disco de detección 21 está instalado alrededor del capuchón 14.

Como se muestra, la unidad de detección 20 está conectada al capuchón 14 mediante pernos afilados 25 enroscados a través del conjunto de discos superiores 26, que aplican presión al capuchón 14 del aislante y que, por tanto, dan como resultado un acoplamiento mecánico y un contacto eléctrico. El extremo afilado de los pernos 25 penetra a través de cualquier barrera aislante (por ejemplo, contaminantes en el capuchón) para proporcionar una trayectoria de tierra eficaz para la corriente de fuga (es decir, el conjunto de discos superiores 26 forma una conexión a tierra hacia el capuchón a través de los pernos afilados 25). La naturaleza roscada de los pernos afilados 25 permiten considerar diferentes dimensiones del capuchón aislante (ajustadas en campo).

Haciendo referencia a las Figuras 5 a 8, el alojamiento 23 es generalmente rectangular e incluye dos paredes laterales separadas 36, dos paredes de extremo separadas 38, una pared inferior 40 y una pared superior 42. Cuando se usan en el presente documento, los términos de dirección "superior", "inferior", "lateral", etc., se usan simplemente a modo de referencia y no implican que se necesite una orientación específica de la unidad de detección 20.

Un ensamblado de detección está montado en el alojamiento 23. La configuración del ensamblado de detección puede modificarse para ajustarse a una aplicación particular. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el ensamblado de detección 44 incluye un perno 46 que se extiende completamente a través del alojamiento 23 y que presenta un extremo superior 48 y un extremo inferior 50. El extremo superior 48 del perno 46 pasa a través de un orificio de paso 52 en la pared superior 42 y se aloja en un aislante 54. El extremo inferior 50 del perno 46 pasa a través de un orificio en la pared inferior 40. El perno 46 se fija mediante una tuerca de presión superior 56 y otra inferior 58, respectivamente. Tras el ensamblaje, el extremo superior 48 del perno 46 no está conectado eléctricamente al alojamiento 23, y el extremo inferior 50 está conectado eléctricamente al alojamiento 23. Una tuerca de fijación 60

está dispuesta en el extremo superior 48 para fijar un primer extremo de un cable de transferencia 32 al perno 46. Como se muestra en la Figura 3, un segundo extremo opuesto del cable 32 está acoplado eléctricamente al conjunto de discos inferiores 24.

5 El perno 46 pasa a través de la abertura interna de un transformador de corriente toroidal 62 de un tipo conocido. El transformador de corriente 62 funciona como un sensor que proporciona una tensión de salida que es proporcional a la corriente de fuga que fluye por el perno 46. La respuesta de frecuencia de los transformadores de corriente disponibles varía desde menos de 10 Hz hasta más de 100 kHz. Preferiblemente, el transformador de corriente 62 es un transformador de corriente ferroso con un conductor de corriente recto como devanado primario. Las características de saturación del circuito magnético y la baja impedancia del devanado primario protegen los componentes electrónicos internos de la unidad de detección 20 contra las sobretensiones.

15 La Figura 6 muestra un ejemplo de otra configuración de sensor. El ensamblado de detección 144 incluye un perno 146 que tiene un extremo superior 148 y un extremo inferior 150. El extremo superior 148 del perno 146 pasa a través de un orificio de paso 52 en la pared superior 42 del alojamiento 23 y se aloja en un aislante 54. El extremo inferior 150 del perno 146 sobresale una pequeña distancia a través de la pared superior 42. El perno 146 se fija mediante una tuerca de presión superior 56 y otra inferior 58, respectivamente. Tras el ensamblaje, el extremo superior 148 del perno 146 no está conectado eléctricamente al alojamiento 23. Una tuerca de fijación 60 está dispuesta en el extremo superior 148 para fijar el primer extremo del cable de transferencia 32 al perno 146. Como se muestra en la Figura 3, el segundo extremo opuesto del cable 32 está acoplado eléctricamente al conjunto de discos inferiores 24.

20 También se proporciona un montante de toma de tierra 64 que atraviesa la pared inferior 40 y está fijado mediante una tuerca de presión superior 66 y otra inferior 68, respectivamente. Tras el ensamblaje, el montante de toma de tierra 64 está conectado eléctricamente al alojamiento 23.

30 Un transformador de corriente toroidal 62 de un tipo conocido, como el descrito anteriormente, está situado dentro del alojamiento 23 por debajo del extremo inferior 150 del perno 146. Un cable de toma de tierra 70 está conectado al extremo inferior 150 del perno 146, pasa a través o cerca del transformador de corriente 62 y después se conecta al montante de toma de tierra 64. Para aumentar la ganancia del transformador de corriente 62, el cable de toma de tierra 70 puede enrollarse alrededor del transformador de corriente 62 una o más veces, como se muestra. Esto puede ser útil, por ejemplo, para aumentar la sensibilidad de la unidad de detección 20 cuando se investigan incendios en los postes de madera provocados por la contaminación.

35 La Figura 7 muestra un ejemplo de otra configuración de sensor adicional. El ensamblado de detección 244 incluye un perno 246 que tiene un extremo superior 248 y un extremo inferior 250. El extremo superior 248 del perno 246 pasa a través de un orificio de paso 52 en la pared superior 42 del alojamiento 23 y se aloja en un aislante 54. El extremo inferior 250 del perno 246 sobresale una pequeña distancia a través de la pared superior 42. El perno 246 se fija mediante una tuerca de presión superior 56 y otra inferior 58, respectivamente. Tras el ensamblaje, el extremo superior 248 del perno 246 no está conectado eléctricamente al alojamiento 23. Una tuerca de fijación 60 está dispuesta en el extremo superior 248 para fijar el primer extremo del cable de transferencia 32 al perno 246. Como se muestra en la Figura 3, el segundo extremo opuesto del cable 32 está acoplado eléctricamente al conjunto de discos inferiores 24.

45 También se proporciona un montante de toma de tierra 64, que atraviesa la pared inferior 40 y está fijado mediante una tuerca de presión superior 66 y otra inferior 68, respectivamente. Tras el ensamblaje, el montante de toma de tierra 64 está conectado eléctricamente al alojamiento 23.

50 Un cable de toma de tierra 70 está conectado entre el extremo inferior 250 del perno 246 y el montante de toma de tierra 64. Una resistencia 72 que tiene una resistencia conocida está conectada en línea al cable de toma de tierra 70. Las líneas 74 y 76 de un transductor de tensión 78 están conectadas al cable de toma de tierra 70 aguas arriba y aguas abajo de la resistencia 72, respectivamente, de manera que el transductor de tensión 78 puede medir la caída de tensión en la resistencia. Tomando esto como base, la corriente que fluye a través de la resistencia puede calcularse a partir de la ley de Ohm de la siguiente manera:  $I=V/R$ , donde  $I$  es la corriente,  $V$  es la tensión y  $R$  es la resistencia.

60 El ensamblado de detección (al igual que los ensamblados de sensor 44, 144 o 244 descritos anteriormente) está conectado de manera operativa a un módulo electrónico 80 que funciona para recibir, procesar y almacenar señales procedentes del ensamblado de detección, recibir comandos externos y transmitir datos a una fuente externa. El módulo electrónico 80 puede incluir, por ejemplo, una placa de circuito impreso que incluye componentes electrónicos analógicos, digitales y/o de radiofrecuencia (RF). El módulo electrónico 80 puede incluir componentes discretos y/o uno o más microprocesadores. Los componentes del módulo electrónico 80 pueden estar dentro de un encapsulado para protegerse de las inclemencias del entorno.

65 Además del módulo electrónico, el alojamiento 23 incluye una fuente de energía eléctrica para el módulo electrónico 80, tal como las baterías 82 ilustradas. También puede proporcionarse energía al módulo electrónico 80 obteniendo

energía procedente de campos magnéticos y eléctricos, del sol y de cualquier otra fuente adecuada. El alojamiento 23 incluye además una o más antenas de RF 84 que sobresalen desde el exterior del alojamiento 23 y se usan para transmitir señales generadas por el módulo electrónico 80 hacia un receptor remoto (no mostrado) y/o para recibir señales de RF procedentes de un receptor remoto (no mostrado). La unidad de detección 20 incluye un sistema de comunicación que puede estar basado en la arquitectura IEEE 805.15.4. El protocolo de comunicación permite comunicaciones bidireccionales.

En el ejemplo ilustrado, conmutadores accionados de manera magnética están montados dentro del alojamiento 23 y están acoplados al módulo electrónico 80. Los conmutadores pueden activarse colocando un imán 86 cerca del conmutador fuera del alojamiento 23. En el ejemplo ilustrado, la unidad de detección 20 incluye un conmutador de encendido 84A que hace que la unidad de detección 20 conmute entre un estado encendido y un estado apagado, y un conmutador de reinicio 84B que indica a la unidad de detección 20 que borre cualquier dato almacenado.

El módulo electrónico 80 puede incluir un sensor de temperatura (no ilustrado por separado) con el fin de ayudar a evaluar las condiciones de condensación. El módulo electrónico 80 también puede incluir un acelerómetro 3D (no ilustrado por separado) con el fin de evaluar si el aislante o la estructura está experimentando problemas de vibración.

En funcionamiento, la rejilla de acero inoxidable 28 intercepta las corrientes de fuga en la superficie del aislante y las transfiere al conjunto de discos inferiores 24. Después, las corrientes se transfieren desde el conjunto de discos inferiores 24 al ensamblado de detección del alojamiento 23 a través del cable 32 para su procesamiento. Después, la corriente de fuga fluye desde el ensamblado de detección del alojamiento 23 al conjunto de discos superiores 26 y al capuchón 14 a través del soporte 29 y los pernos 25.

A continuación se describirá el funcionamiento del módulo electrónico 80 y del ensamblado de detección con referencia al diagrama de bloques de la FIG. 7. En el bloque 500, el módulo electrónico 80 usa un circuito de detección de picos de un tipo conocido para medir y guardar una señal de tensión procedente del ensamblado de detección descrito anteriormente. La señal de tensión es proporcional a la corriente de fuga más alta medida en un primer intervalo de tiempo predeterminado, por ejemplo 60 segundos. Este circuito de detección de picos se reinicia en el primer intervalo, por ejemplo 60 segundos, en función de una señal digital procedente del microprocesador. En el bloque 502, un convertidor de analógico a digital (A/D) (que puede formar parte de un microprocesador del módulo electrónico 80) mide el valor procedente del circuito de detección de picos, repitiéndose como el primer intervalo. En el bloque 504, el microprocesador evalúa el valor digital y asigna el valor a una categoría o "rango". El rango representa un intervalo en el que está el valor medido. Por ejemplo, puede haber seis rangos numerados que representan diferentes magnitudes de corriente de fuga. Ejemplos de dos ajustes diferentes para el umbral de corriente de fuga para los rangos se muestran en la siguiente Tabla 1, donde "normal" indica una clasificación que es relativamente menos sensible a las corrientes de fuga y "sensible" indica una clasificación que es relativamente más sensible a las corrientes de fuga.

TABLA 1

NÚMERO DE RANGO	RANGO DE CORRIENTE, NORMAL (PICO mA)	RANGO DE CORRIENTE, SENSIBLE (PICO mA)
1	0 - 10	0 - 1
2	10 - 20	1 - 2
3	20 - 50	2 - 5
4	50 - 200	5 - 20
5	200 - 500	20 - 50
6	500+	50+

El módulo electrónico 80 mantiene un contador para cada uno de los rangos. Cuando el valor digital se asigna a un rango, el contador de ese rango se incrementa (véase el bloque 506). En el bloque 508, el número de cómputos en cada rango y la corriente de fuga máxima en ese periodo se transmiten después mediante radiofrecuencia a un receptor remoto. La transmisión se repite en un segundo intervalo que es preferiblemente más corto que el primer intervalo descrito anteriormente.

La unidad de detección 20 solo almacena los parámetros estadísticos (es decir, los cómputos de rango) de los picos de corriente de fuga que se producen. No es necesario registrar otros parámetros de corriente de fuga. Usando el sistema de comunicaciones descrito anteriormente, un usuario remoto puede restablecer los rangos o modificar de manera remota los intervalos de los rangos.

La unidad de detección 20 también realiza un seguimiento del tiempo desde el último restablecimiento. Esto limita al mínimo el mensaje de datos enviado por el dispositivo. También limita la complejidad de los circuitos internos y el

consumo de energía del dispositivo. En función de las características de la batería y del consumo de baja potencia de la unidad de detección 20, se estima que la vida útil de la batería puede durar más de 10 años.

5 Las unidades de detección 20 pueden utilizarse en diferentes modos. Por ejemplo, cuando están instaladas en líneas de transmisión, las unidades de detección 20 solo pueden sondearse algunas veces al año cuando el personal de mantenimiento de la línea realiza inspecciones o lleva a cabo el mantenimiento, por ejemplo usando receptores manuales (no mostrados).

10 Como alternativa, en subestaciones o en estructuras de líneas de transmisión específicas puede seguirse un enfoque más sofisticado. Un sistema de estación base dedicado (no mostrado) instalado en la subestación/estructura sondearía las unidades de detección 24 cercanas en un corto intervalo de tiempo. Esta estación base almacena datos de corriente de fuga junto con parámetros medioambientales procedentes de sensores acoplados. Después, los datos se transmiten desde la estación base usando varios procedimientos que incluyen el uso de módems GPRS o mediante la conexión a un sistema de gestión de datos de utilidad. Los datos se  
15 almacenan y se procesan en un servidor remoto. Pueden generarse alarmas basadas en algoritmos y pueden verse los datos usando herramientas de visualización.

20 Si se conocen las características de corriente de fuga de los aislantes, pueden generarse alarmas automáticamente en función de niveles de alarma de corriente de fuga prefijados. Pueden generarse avisos o alarmas para iniciar el mantenimiento del aislante (por ejemplo, lavado) si se superan determinados umbrales de corriente de fuga prefijados. La información de corriente de fuga también puede usarse para seleccionar medidas de mitigación apropiadas.

25 Debe observarse que las unidades de detección 20 están conectadas entre el aislante y el sistema de conexión a tierra. Con esta configuración, las corrientes de fuga del aislante se llevan directamente a tierra y, por tanto, no pasarán a través de la cruceta de madera. Sin embargo, las corrientes de fuga medidas pueden usarse para generar avisos que indican que las condiciones y los niveles de contaminación del aislante son suficientes elevados para provocar un incendio en los postes de madera.

30 La unidad de detección 20 descrita anteriormente tiene varias ventajas. Las unidades de detección 20 son adecuadas para instalarse de manera generalizada, lo que las hace prácticas para instalaciones en subestaciones y líneas suspendidas. Algunas de las ventajas específicas del sensor son su bajo coste, la ausencia de cableado para hacer funcionar la unidad de detección 20 o establecer comunicaciones con el sensor 20 (lo que ofrece una mayor fiabilidad en comparación con las unidades cableadas), la capacidad de instalar rápidamente muchas unidades de  
35 detección 20, el procesamiento integrado de los datos, el proporcionar a los usuarios información procesada en base a la cual puede tomar decisiones, y la combinación de componentes electrónicos analógicos y digitales, lo que garantiza que no se pase por alto ningún pulso de corriente, en comparación con tecnologías anteriores que solo usaban mediciones digitales.

40 En el presente documento se ha descrito un aparato y un procedimiento para detectar y supervisar de manera precisa corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de porcelana y vidrio. Aunque se han descrito formas de realización específicas de la presente invención, a los expertos en la técnica les resultará evidente que pueden realizarse varias modificaciones en las mismas sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, la anterior descripción de la forma de realización preferida de la invención y el mejor modo para llevar a la práctica la  
45 invención se proporcionan solamente con fines ilustrativos y no con fines limitativos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de detección (20) para detectar y supervisar corrientes de fuga en cadenas de discos aislantes de un sistema de energía eléctrica, comprendiendo el aparato:

(a) una unidad de detección (20) configurada para acoplarse a un capuchón (14) de una cadena de discos aislantes (10), incluyendo la unidad de detección:

(i) un disco de detección (21) configurado para rodear el capuchón, incluyendo el disco de detección un conjunto de discos inferiores conductores (24), un conjunto de discos superiores conductores (26), un conjunto de discos aislantes (27) intercalado entre los conjuntos de discos conductores superiores e inferiores, y una rejilla conductora (28) conectada a una parte inferior del conjunto de discos inferiores para proporcionar un contacto uniforme entre el disco de detección y una superficie de un disco aislante; y

(ii) un alojamiento (23) conectado al disco de detección, incluyendo el alojamiento componentes electrónicos configurados para medir y notificar corrientes de fuga en un disco aislante; y

(b) donde las corrientes de fuga en una superficie del disco aislante son interceptadas por el disco de detección y transferidas al alojamiento para su procesamiento y notificación por los componentes electrónicos.

2. El aparato de detección (20) según la reivindicación 1, en el que el disco de detección (21) está formado por dos mitades (21A, 21B) interconectadas mediante al menos una articulación (22) para permitir que las dos mitades pivoten entre sí y permitir que el disco de detección se instale alrededor del capuchón (14).

3. El aparato de detección (20) según la reivindicación 1, en el que el conjunto de discos aislantes (27) impide que las corrientes de fuga se transfieran desde el conjunto de discos inferiores (24) al conjunto de discos superiores (26).

4. El aparato de detección (20) según la reivindicación 1, en el que la unidad de sensor (20) está acoplada al capuchón (14) mediante pernos (25) que se extienden a través del conjunto de discos superiores (26) hasta el capuchón, donde los pernos se aprietan para aplicar presión al capuchón, proporcionando así una conexión mecánica y eléctrica.

5. El aparato de detección (20) según la reivindicación 4, en el que:

(a) las corrientes de fuga se transfieren desde la rejilla conductora (28) hasta el conjunto de discos inferiores (24);

(b) un ensamblado de detección (44) de los componentes electrónicos está conectado eléctricamente al conjunto de discos inferiores mediante un cable de transferencia (32) y las corrientes de fuga se transfieren desde el conjunto de discos inferiores al ensamblado de detección para su procesamiento;

(c) el alojamiento (23) está conectado al conjunto de discos superiores (26) mediante un soporte conductor (29) de manera que las corrientes de fuga procesadas por el ensamblado de detección se transfieren al conjunto de discos superiores mediante el soporte; y

(d) el conjunto de discos superiores está conectado al capuchón (14) mediante pernos (25) que se extienden a través del conjunto de discos superiores de tal manera que una conexión mecánica y eléctrica se forma entre el conjunto de discos superiores y el capuchón para que las corrientes de fuga transferidas al conjunto de discos superiores se transfieren al capuchón mediante los pernos.

6. El aparato de detección (20) según la reivindicación 1, en el que los componentes electrónicos incluyen:

(a) un ensamblado de detección (44) que puede hacerse funcionar para generar una señal analógica proporcional a una corriente de fuga recibida;

(b) un módulo electrónico (80) que puede hacerse funcionar para convertir la señal analógica en un valor digital;

(c) un sistema de comunicaciones que puede hacerse funcionar para transmitir de manera inalámbrica el valor digital a un receptor externo; y

(d) un cable de transferencia (32) que interconecta el ensamblado de detección y el conjunto de discos inferiores, donde el cable de transferencia puede utilizarse para transferir corrientes de fuga desde el conjunto de discos inferiores al ensamblado de detección.

7. El aparato de detección (20) según la reivindicación 6, en el que el módulo electrónico (80) puede hacerse funcionar para asignar el valor digital a uno de una pluralidad de rangos en función de la magnitud del valor digital, donde cada uno de la pluralidad de rangos representa un intervalo predeterminado de magnitudes de corriente de fuga; o en el que el módulo electrónico puede hacerse funcionar para detectar un valor de pico de la señal analógica en un primer intervalo y convertir el valor de pico en el valor digital, y en el que el módulo electrónico puede hacerse funcionar para incrementar el rango asignado cada vez que se asigne un valor digital a un rango.

8. Un procedimiento para detectar corrientes de fuga en una cadena de discos aislantes (10) de un sistema de energía eléctrica, que comprende las etapas de:

5 (a) proporcionar una unidad de detección (20) que presenta:

10 (i) un disco de detección (21) configurado para rodear y acoplarse a un capuchón (14) de la cadena de discos aislantes, donde el disco de detección incluye un conjunto de discos inferiores conductores (24), un conjunto de discos superiores conductores (26) y un conjunto de discos aislantes (27) intercalado entre los conjuntos de discos conductores superiores e inferiores, y una rejilla conductora (28) conectada a una parte inferior del conjunto de discos inferiores para proporcionar un contacto uniforme entre el disco de detección y una superficie de un disco aislante; y

15 (ii) un alojamiento (23) conectado eléctricamente al disco de detección y que presenta componentes electrónicos configurados para medir y comunicar corrientes de fuga en un disco aislante de la cadena de discos aislantes;

(b) transferir una corriente de fuga desde un disco aislante de la cadena de discos aislantes a los componentes electrónicos a través de un conjunto de discos inferiores del disco de detección; y

20 (c) usar los componentes electrónicos para medir y notificar las corrientes de fuga a un receptor externo.

9. El procedimiento según la reivindicación 8, que incluye además las etapas de:

25 (a) usar un ensamblado de detección (44) de los componentes electrónicos, que genera una señal analógica proporcional a la corriente de fuga;

(b) usar un módulo electrónico (80) de los componentes electrónicos, que convierte la señal analógica en un valor digital; y

(c) usar un sistema de comunicaciones de los componentes electrónicos, que transmite de manera inalámbrica el valor digital a un receptor externo.

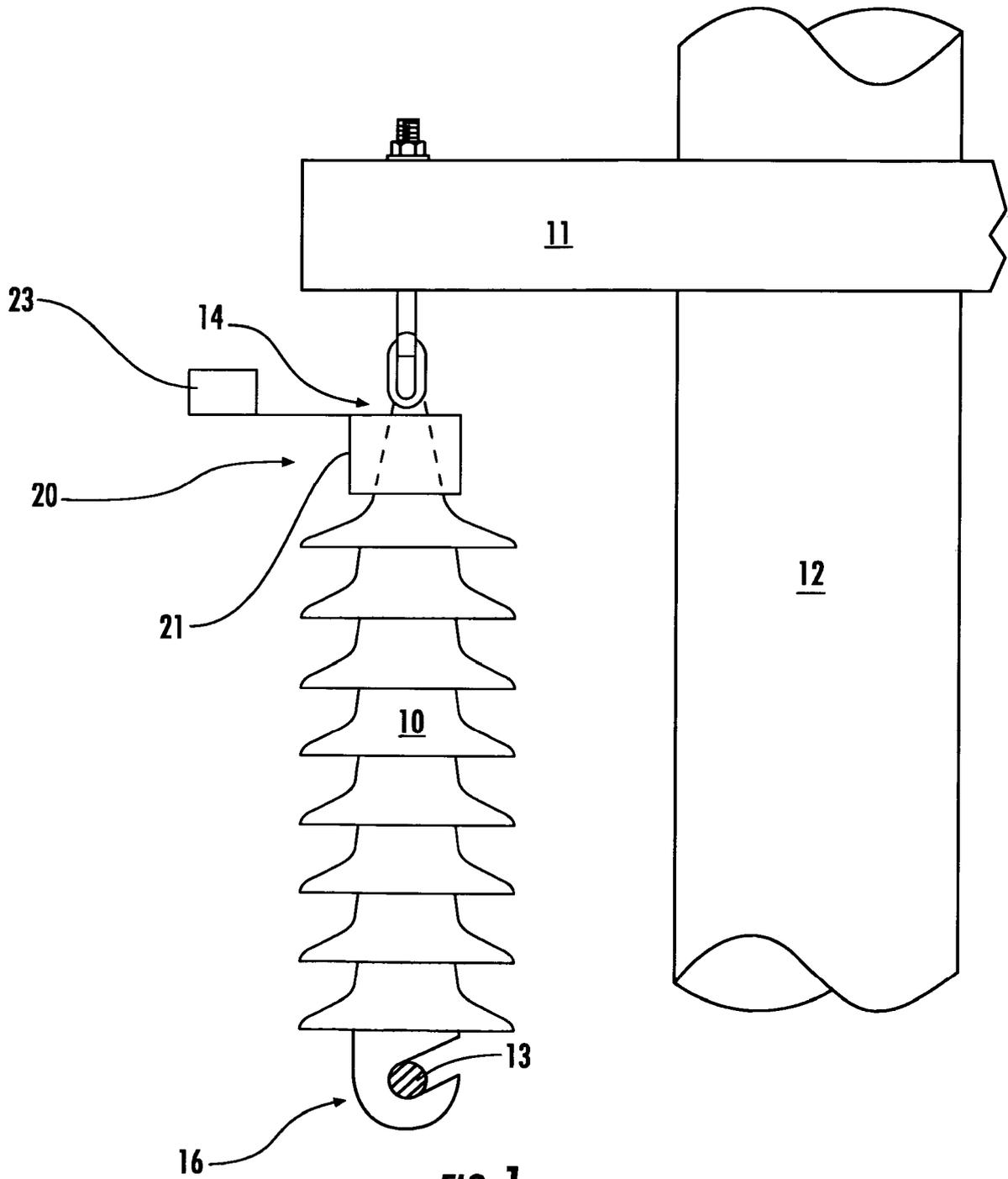
30 10. El procedimiento según la reivindicación 8, que incluye además la etapa de acoplar el disco de detección (21) al capuchón (14), donde el disco de detección incluye una primera mitad (21A) conectada de manera pivotante a una segunda mitad (21B) para permitir que el disco de detección se abra en un extremo y aloje el capuchón en el mismo.

35 11. El procedimiento según la reivindicación 10, que incluye además las etapas de:

(a) abrir el disco de detección (21) para alojar el capuchón (14) en el mismo;

(b) cerrar el disco de detección de manera que se forme un anillo alrededor del capuchón; y

40 (c) fijar el disco de detección al capuchón usando pernos afilados (25), donde los pernos se extienden a través de un conjunto de discos superiores del disco de detección y penetran a través de una barrera aislante del capuchón para proporcionar una conexión mecánica y eléctrica.



**FIG. 1**

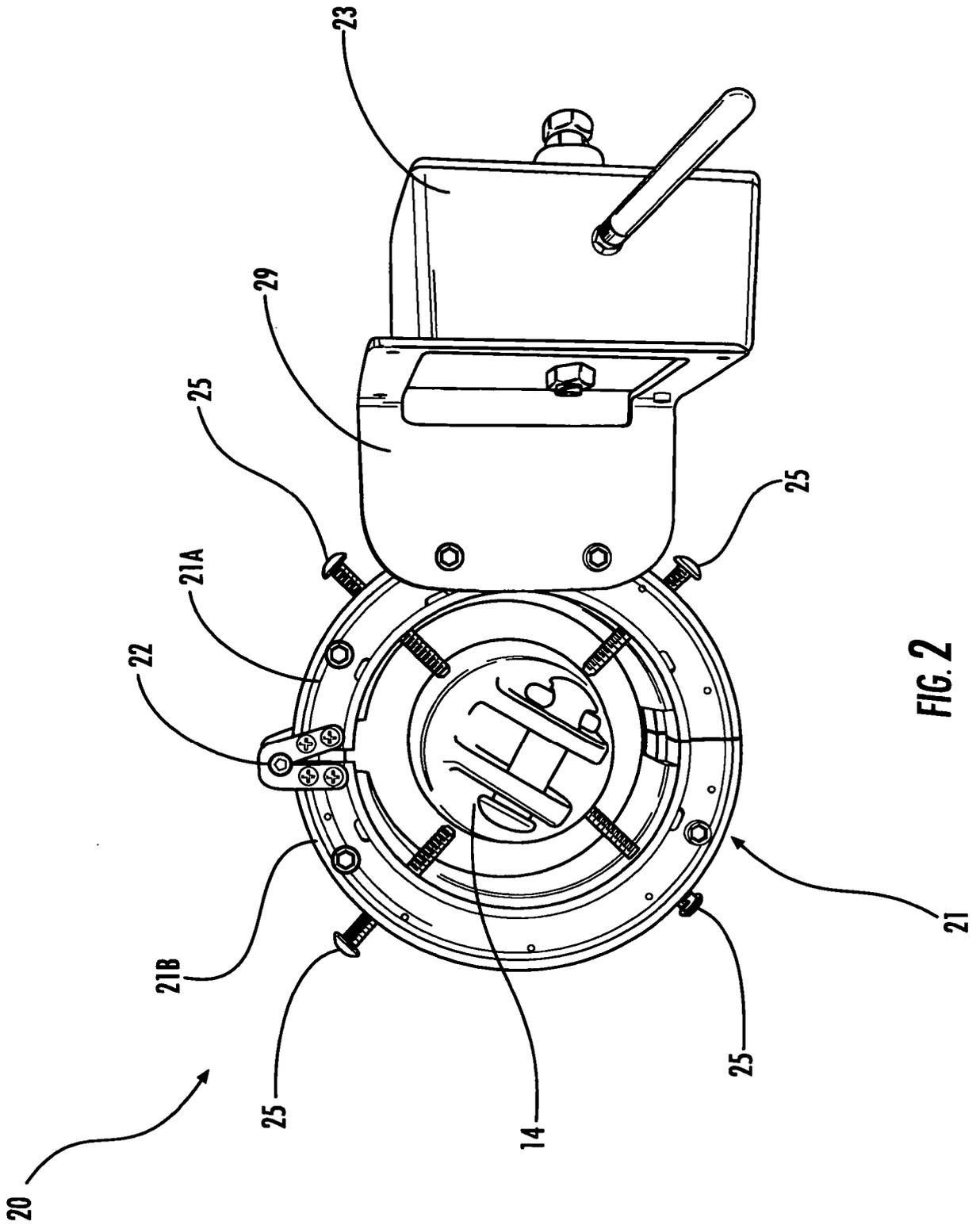


FIG. 2

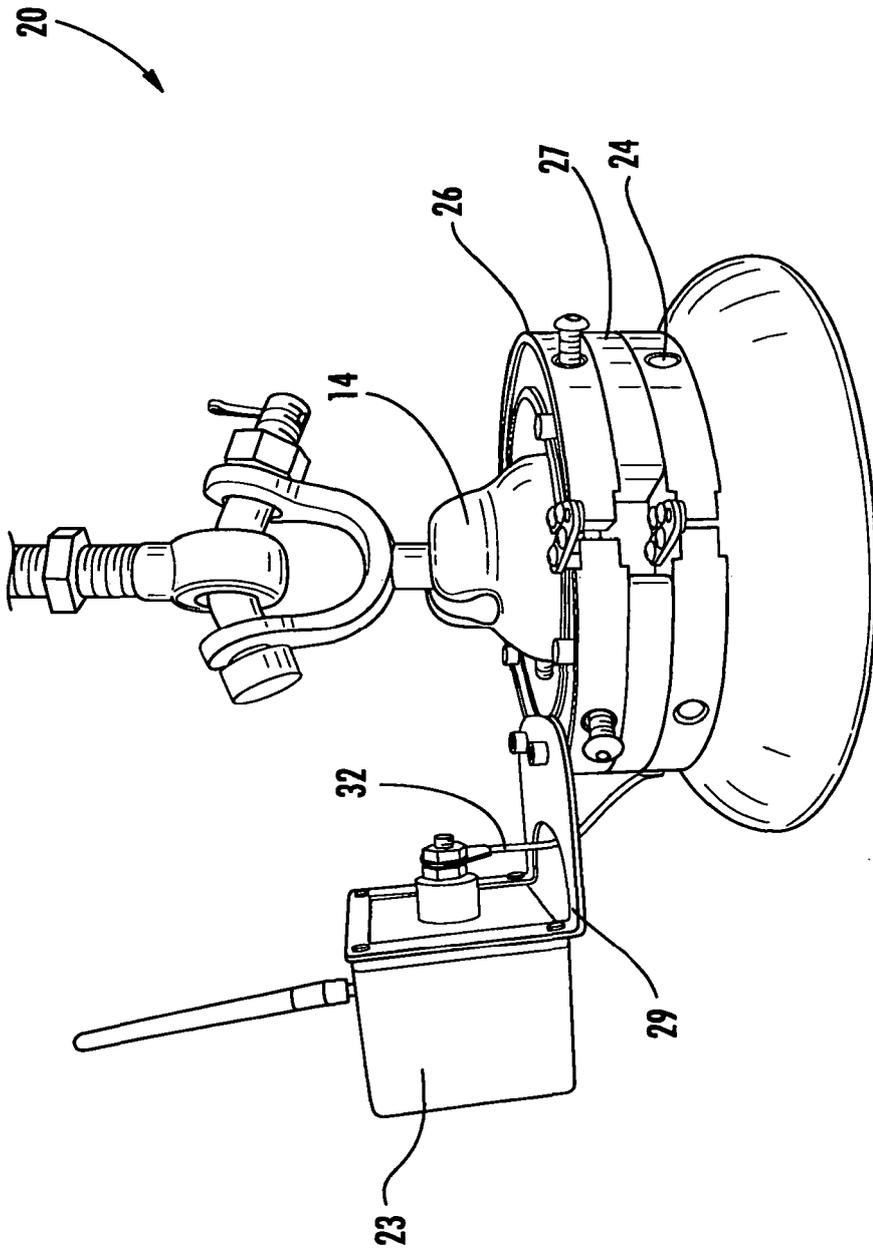
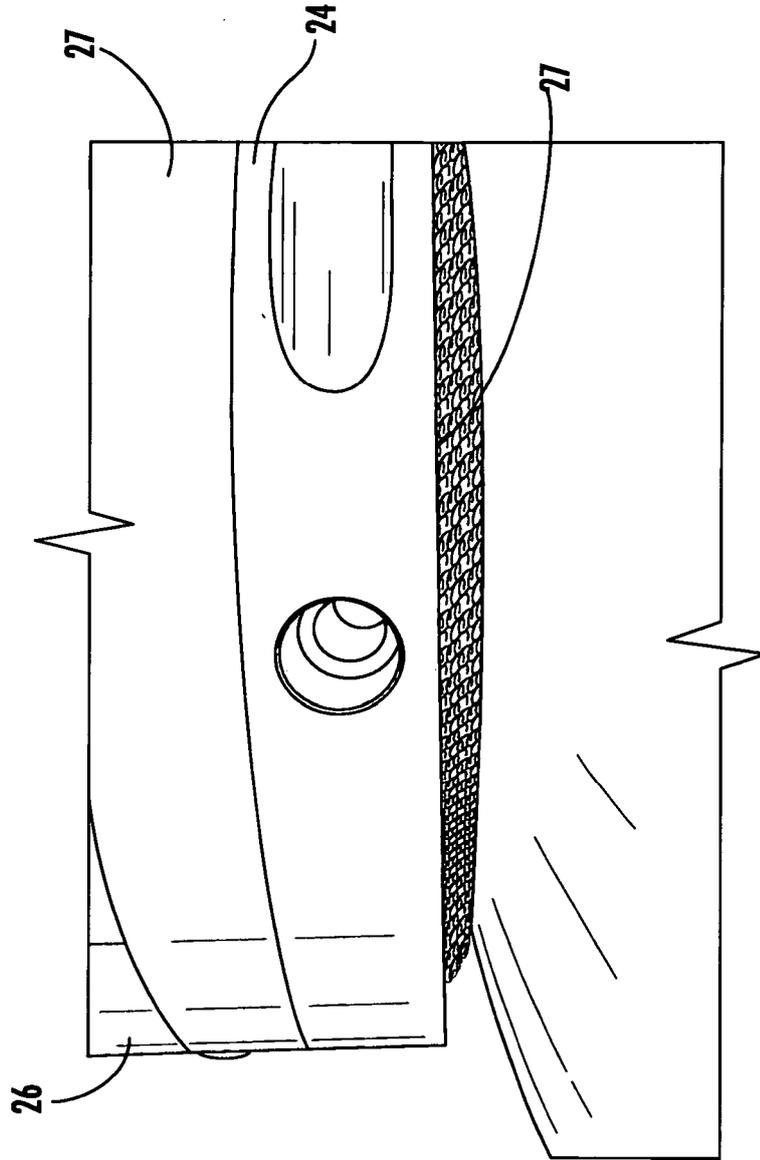
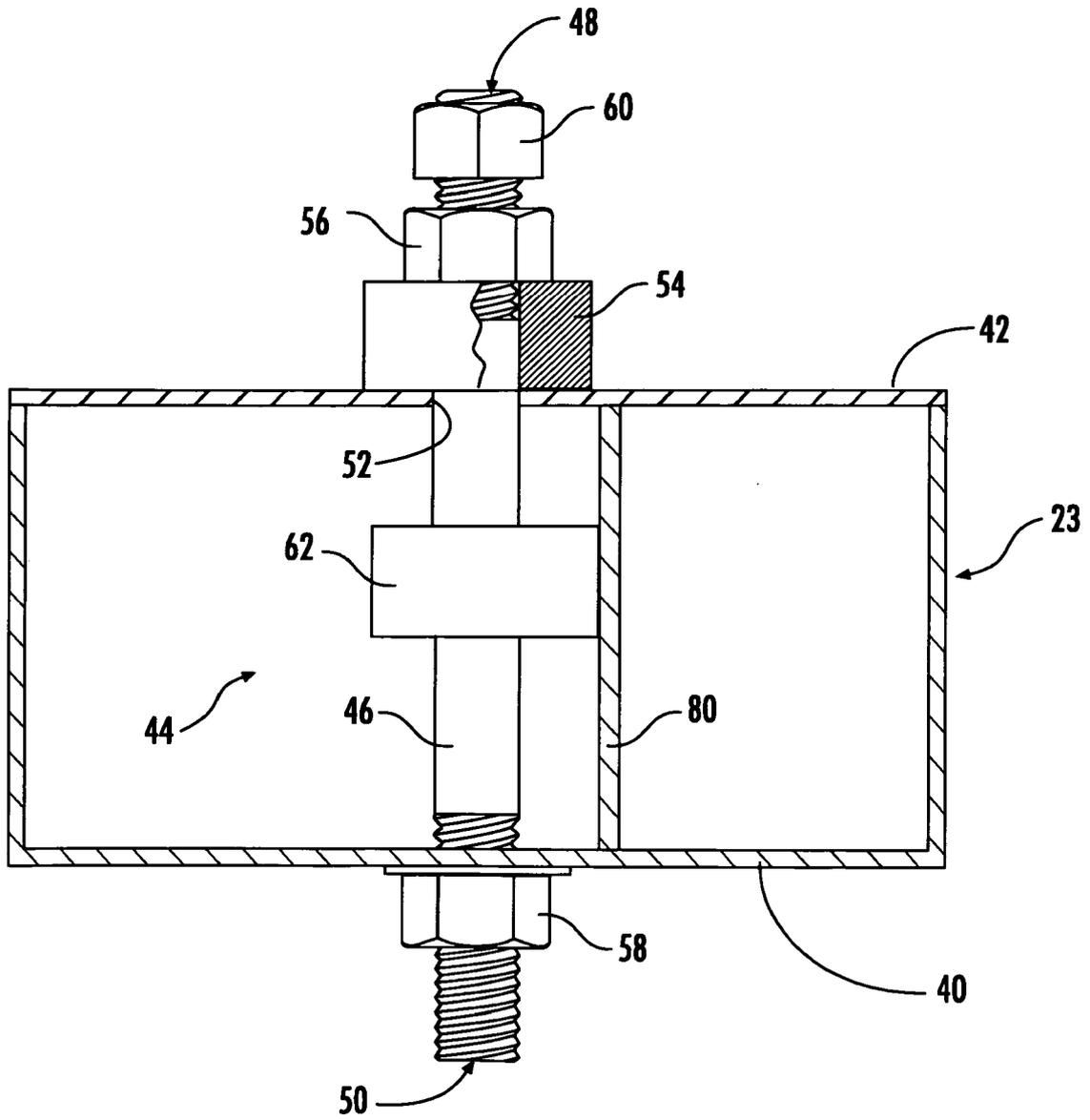
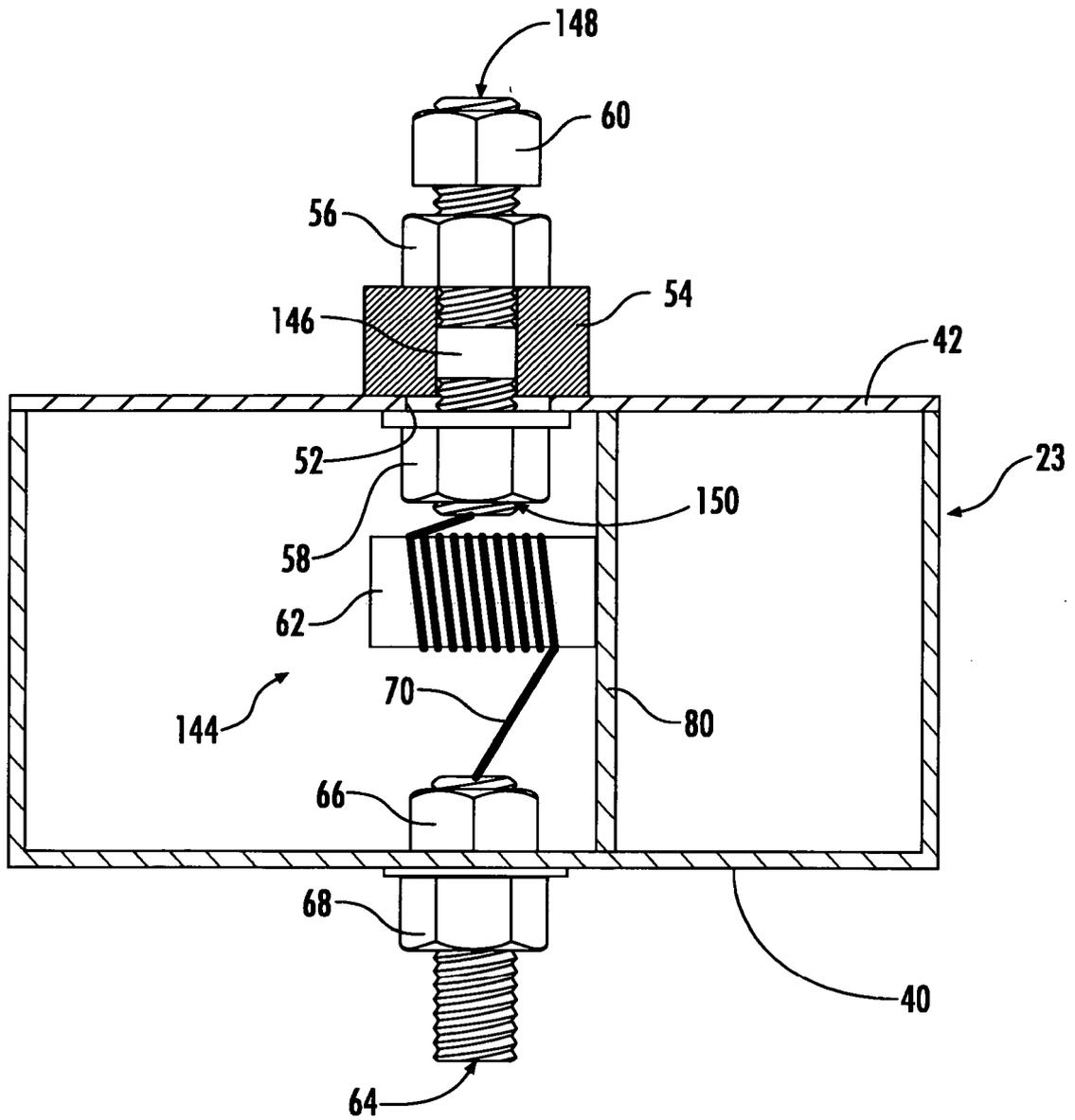


FIG. 3

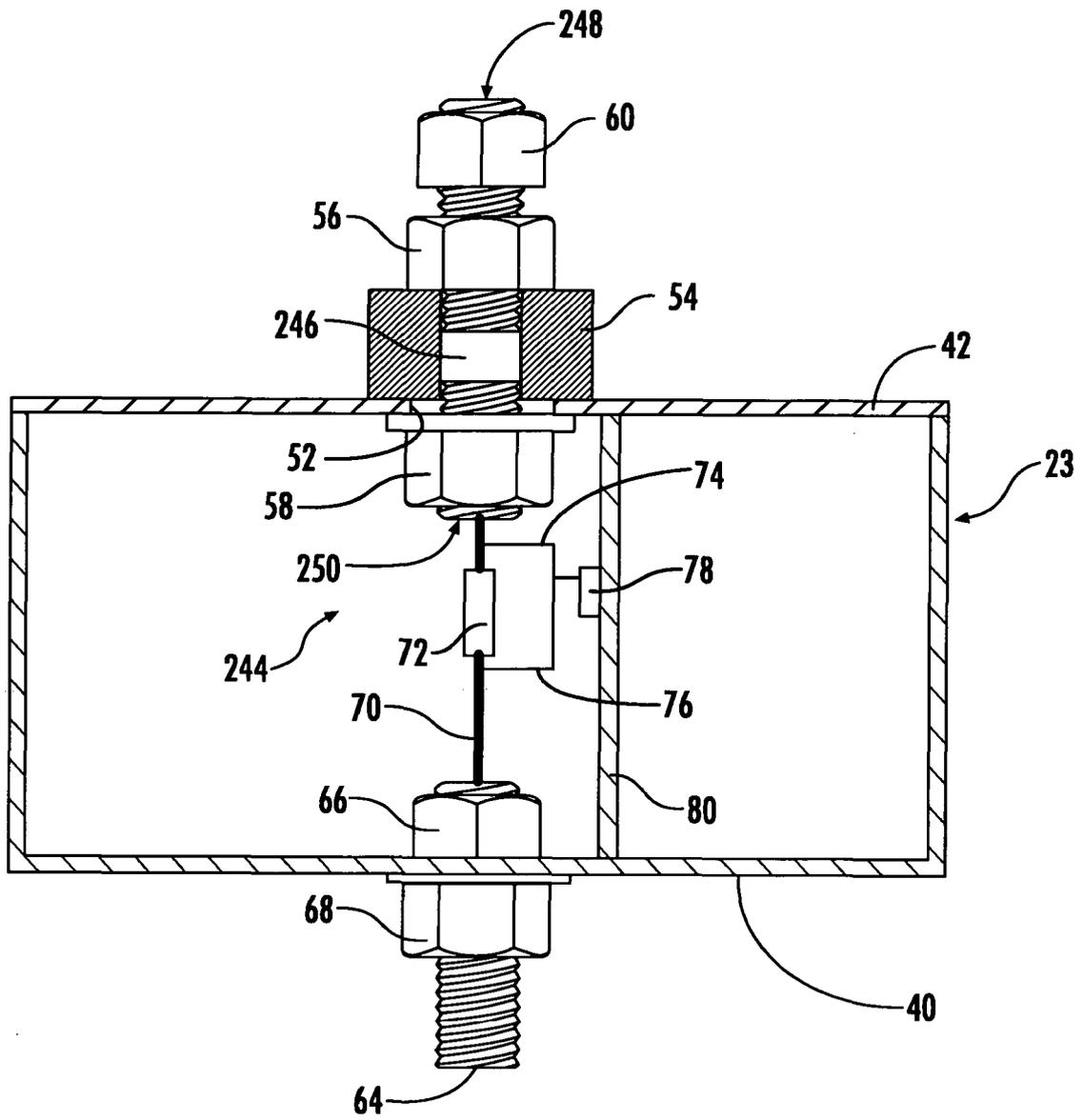


**FIG. 4**





**FIG. 6**



**FIG. 7**

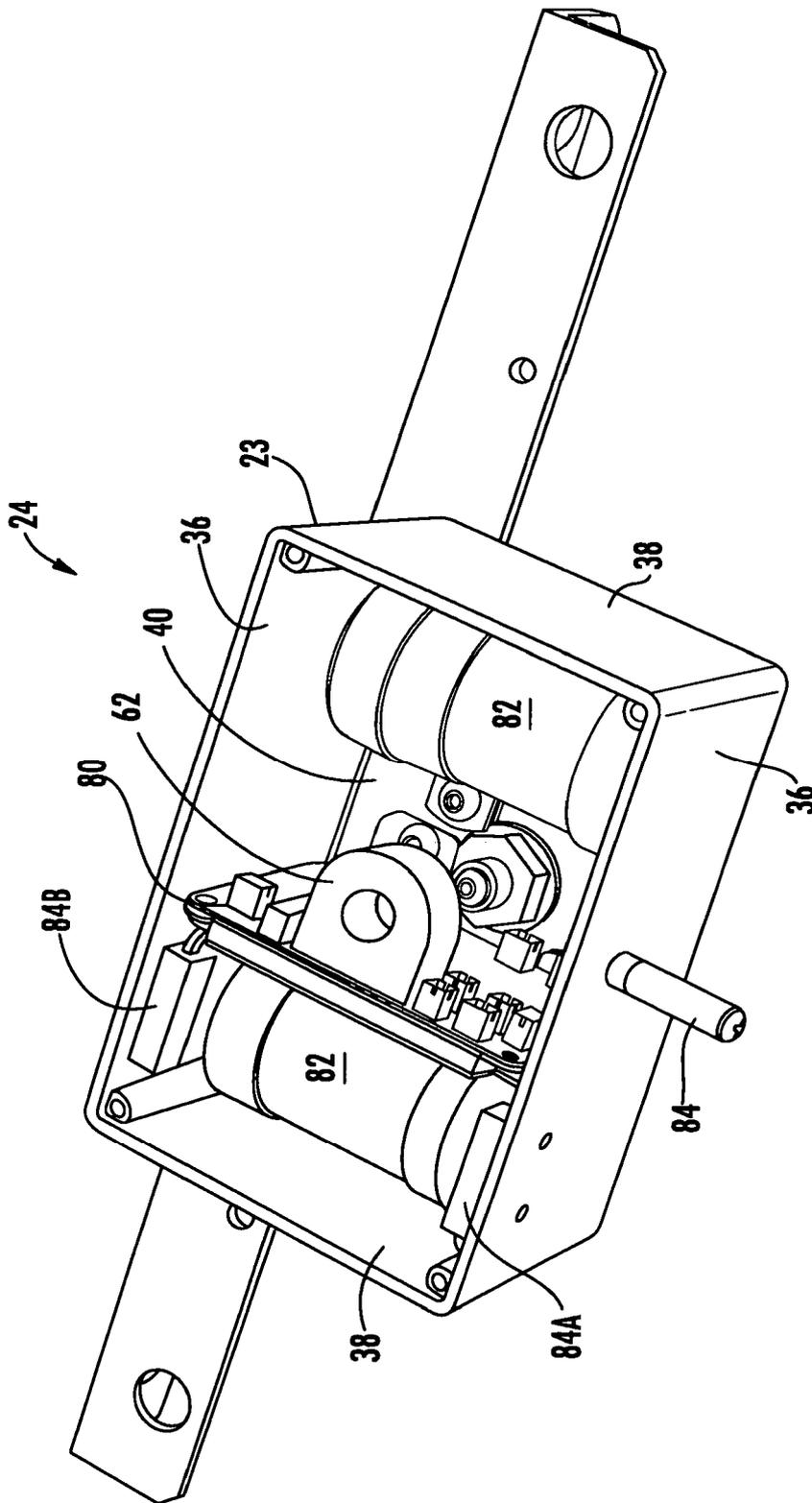


FIG. 8

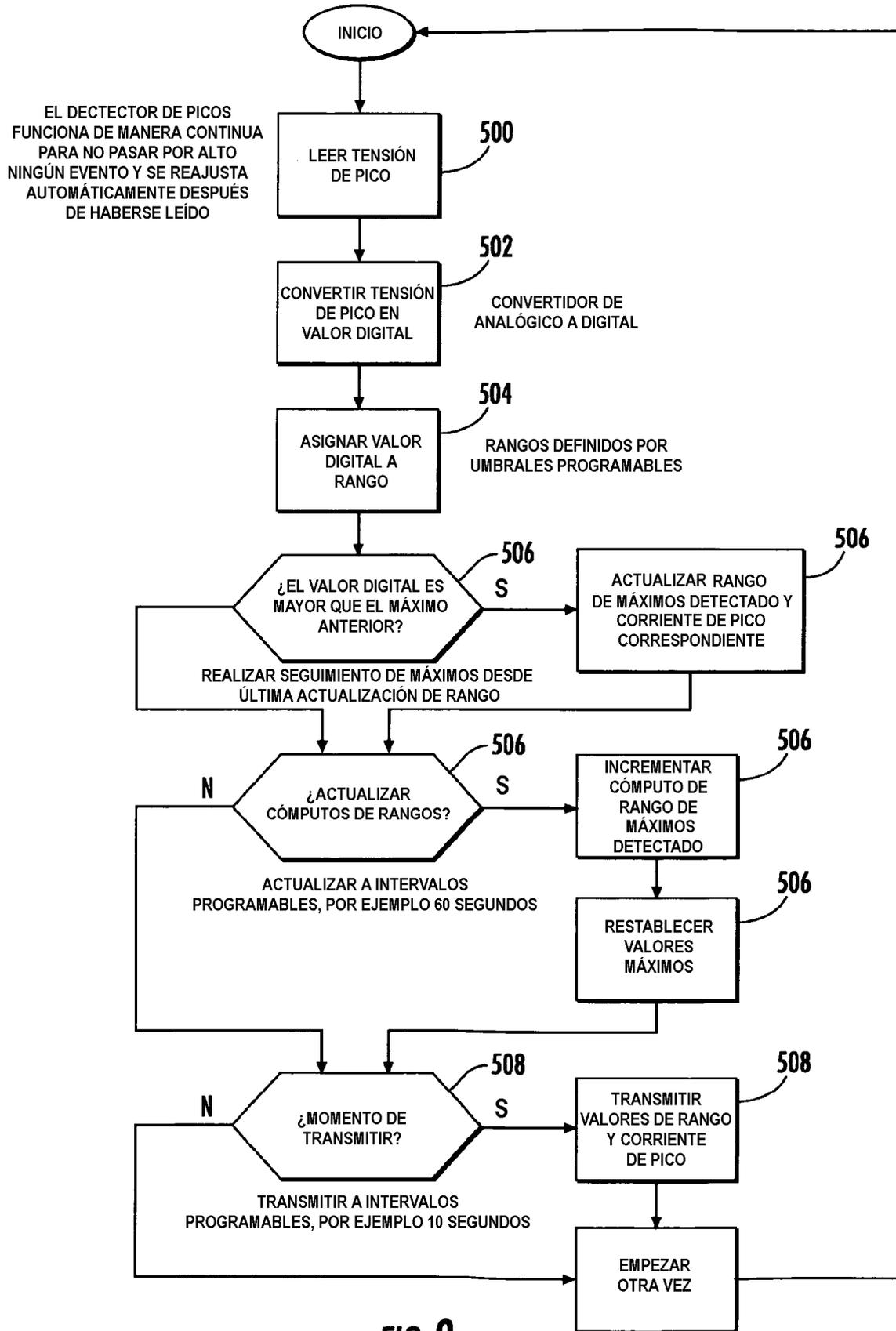


FIG. 9