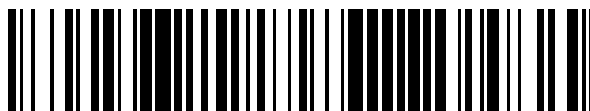


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 397**

51 Int. Cl.:

**G08B 13/12** (2006.01)

**G08B 13/14** (2006.01)

**G08B 13/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2013 PCT/GB2013/050165**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13117905**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13709967 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2812888**

54 Título: **Dispositivo y método de detección de perturbaciones en un conductor metálico**

30 Prioridad:

**08.02.2012 GB 201202202**

**14.09.2012 GB 201216492**

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

**24.04.2019**

73 Titular/es:

**CRESATECH LIMITED (100.0%)  
Suite 50, Midshires House, Smeaton Close  
Aylesbury, Buckinghamshire HP19 8HL, GB**

72 Inventor/es:

**JARVIS, SIMON JAMES;  
MUMFORD, PAUL y  
MERCHANT, ROGER**

74 Agente/Representante:

**CAMACHO PINA, Piedad**

ES 2 710 397 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

Dispositivo y método de detección de perturbaciones en un conductor metálico

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo de detección de perturbaciones en conductores metálicos, y a un método para detectar perturbaciones en o cerca de un conductor metálico.
- 10 **[0002]** Debido a su rápido aumento de valor, los incidentes de manipulación y/o desmontaje de conductores metálicos, como cobre o aluminio, en infraestructuras metálicas como emplazamientos de telecomunicaciones y lugares de transporte han aumentado constantemente en los últimos años, y por tanto se están convirtiendo en un problema en todo el mundo.
- 15 **[0003]** Además, sería beneficioso poder supervisar la degradación natural en los conductores metálicos, debido a corrosión o a daño infligido accidentalmente.
- 20 **[0004]** En un intento de combatir el robo generalizado de tales conductores metálicos, se han propuesto varias soluciones. Estas soluciones generalmente se pueden dividir en tres categorías: prevención de entrada al lugar por ladrones o personas no autorizadas; detección de ladrones o personas no autorizadas mientras se encuentran en el sitio; y detención de los ladrones o "manipuladores" que reciben los materiales retirados ilegalmente después del suceso.
- 25 **[0005]** La prevención típicamente incluye cercas de seguridad, incluidas cercas eléctricas, pero no ha demostrado ser efectiva para prevenir la entrada de ladrones determinados.
- 30 **[0006]** La detección utiliza principalmente tecnología de seguridad tradicional establecida para detectar ladrones cuando están en el sitio. La tecnología utilizada es predominantemente CCTV vigilado, y sensores de movimiento y sonido. El CCTV vigilado del sitio puede proporcionar aviso de ladrones en el sitio, pero no confirma lo que se ha retirado. Además, también es prohibitivamente caro para la mayoría de los sitios. Los dispositivos como los sensores de movimiento y sonido son propensos a falsas alarmas en dichos entornos del sitio, debido, por ejemplo, a animales que pasan por el sitio, lo que aumenta los costos operativos y los inconvenientes.
- 35 **[0007]** El tercer enfoque es asegurar la captura de los ladrones o manipuladores después del suceso. Los enfoques y tecnologías más establecidos en esta área son: SmartWater RTM, que proporciona una trazabilidad invisible del material robado y ha demostrado ser muy eficaz para abordar la reventa de los materiales robados; imprimir la identificación del propietario en el revestimiento/envoltura, lo cual es un elemento disuasivo, pero como práctica común se puede quemar; y 'Land Mines' que contienen un tinte visible y/o invisible y que detona al ser perturbado cuando los ladrones se encuentran en áreas no autorizadas.
- 40 **[0008]** Este último dispositivo es un desarrollo reciente que, de nuevo, ayudará en la identificación de los ladrones.
- 45 **[0009]** La presente invención se enmarca en la categoría de detección, con el objetivo de prevenir o limitar la retirada y/o daño de los conductores metálicos en primer lugar, y por lo tanto mejorar la seguridad y disminuir el tiempo de inactividad operativa. Un método similar para detectar la retirada o manipulación no autorizada de objetos móviles voluminosos se describe en el documento US3848243.
- 50 **[0010]** De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para detectar perturbaciones en un conductor metálico, comprendiendo el método las etapas de proporcionar un circuito de detección de inductancia que incluye un transformador que tiene una primera bobina primaria y una segunda bobina primaria en un lado de conductor metálico y una bobina secundaria en un lado del circuito de alarma, la primera bobina primaria estando provista en un primer circuito con una oscilación del circuito generada internamente por una fuente oscilante de potencia u oscilador, la segunda bobina primaria estando conectada mecánicamente y eléctricamente al conductor metálico que tiene una inductancia supervisable en un segundo circuito que es independiente del primer circuito, de manera que la fuente de potencia oscilante u oscilador no está directamente conectada al conductor metálico, sintonizando el circuito de detección de inductancia an base a un campo electromagnético impreso en el conductor metálico y la oscilación del circuito generado internamente en la primera bobina primaria, donde el circuito de detección de inductancia se sintoniza en función de la inductancia supervisable en el segundo circuito y generando una señal de alerta cuando una señal de salida sintonizada del circuito de detección de inductancia sintonizada se desintoniza debido a un cambio en la inductancia del conductor metálico por la perturbación de al menos una porción del conductor metálico.
- 55
- 60

[0011] Las características preferibles y/o opcionales del primer aspecto de la invención se exponen en las reivindicaciones 2 a 7, inclusive.

5 [0012] De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico para un método de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

10 [0013] Según un aspecto no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico para detectar perturbaciones en un conductor metálico, comprendiendo el dispositivo un circuito de detección de inductancia que incluye un transformador que tiene un primer y segundo devanados primarios y un devanado secundario, y un oscilador sintonizable en comunicación eléctrica con el primer devanado primario del transformador, el segundo devanado primario estando comunicado mecánica y eléctricamente con una infraestructura metálica, y el devanado secundario puede emitir una señal de salida sintonizada basada en una primera condición de la infraestructura metálica, y una señal de salida desintonizada basada en una segunda condición de la infraestructura metálica causada por la adición o eliminación de al menos una parte del conductor metálico.

15 [0014] De acuerdo con un aspecto no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos en comunicación mecánica y eléctrica con una infraestructura metálica, el dispositivo comprendiendo un circuito de detección de inductancia que incluye un transformador que tiene primero y segundo devanados primarios. y un devanado secundario, y un oscilador sintonizable en comunicación eléctrica con el primer devanado primario del transformador, el segundo devanado primario en comunicación mecánica y eléctrica con la infraestructura metálica, y el devanado secundario emitiendo una señal de salida sintonizada basada en una condición no manipulada de la infraestructura metálica y una señal de salida desintonizada basada en una condición manipulada de la infraestructura metálica.

20 [0015] De acuerdo con un aspecto no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para detectar perturbaciones en un conductor metálico, comprendiendo el método las etapas de proporcionar un circuito de detección de inductancia conectado eléctricamente a un conductor metálico que tiene una inductancia controlable, sintonizar el circuito de detección de inductancia en base a un campo electromagnético impreso sobre el conductor metálico y una oscilación del circuito generada internamente, y emitir una señal de alerta cuando una señal de salida sintonizada del circuito de detección de inductancia sintonizada se desintoniza debido a un cambio en la inductancia del conductor metálico por adición o eliminación de al menos una porción del conductor metálico.

25 [0016] Según un aspecto no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para detectar perturbaciones en un conductor metálico, comprendiendo el método las etapas de proporcionar un circuito de detección de inductancia en comunicación eléctrica y mecánica con un conductor metálico que tiene una inductancia supervisable, sintonizar el circuito de detección de inductancia utilizando un oscilador que imprime un campo electromagnético en el conductor metálico, y emitir una señal de alerta cuando una señal de salida sintonizada del circuito de detección de inductancia sintonizada se desintoniza debido a un cambio en la inductancia del conductor metálico por adición o eliminación de al menos una porción del conductor metálico.

30 [0017] La invención se describirá ahora más particularmente, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 la Figura 1a muestra un diagrama de circuito de una primera realización de un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos, de acuerdo con el segundo aspecto de la invención y mostrado con módulos de circuito identificados por claridad;

40 la Figura 1b muestra el diagrama del circuito de la Figura 1a con los componentes eléctricos referenciados para mayor claridad;

45 la figura 2 es un diagrama de circuito que muestra una representación eléctrica de un conductor metálico a monitorizar por el dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico de las figuras 1a y 1b;

50 la figura 3 muestra un diagrama de circuito de bloques de un primer ejemplo de una conexión entre el dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico y una infraestructura metálica que comprende al menos un conductor metálico, de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

55 la figura 4 muestra un diagrama de circuito de bloques de un segundo ejemplo simplificado de una conexión entre el dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico y una infraestructura metálica que comprende al menos un conductor metálico, de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

60 la figura 5 muestra un diagrama de circuito de bloques de un tercer ejemplo de una conexión entre el dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico y una infraestructura metálica que comprende al menos un conductor metálico, en el que solo se requiere una única conexión entre el dispositivo y el conductor, de nuevo de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

la figura 6 muestra una segunda realización de un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos, de acuerdo con el segundo aspecto de la invención;

5 la figura 7 muestra una tercera realización de un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos, de acuerdo con el segundo aspecto de la invención; y la figura 8 muestra una cuarta realización de un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos, de acuerdo con los aspectos segundo a quinto de la invención.

10 **[0018]** Con referencia en primer lugar a las figuras 1a y 1b de la invención, se muestra una primera realización de un dispositivo 10 de detección de perturbaciones de un conductor metálico que comprende un circuito de detección de inductancia 12, un circuito de filtro 14 conectado a una salida del circuito de detección de inductancia 12, y un circuito de alarma 16 para emitir una señal de alarma en base a una salida del circuito de filtro 14. El dispositivo 10 preferiblemente comprende además un circuito de mando 18 para controlar el circuito de detección de inductancia 12, el circuito de filtro 14 y/o el circuito de alarma 16, y adicional o alternativamente un circuito de regulación de voltaje 20.

**[0019]** Un cable de detección 22 pasa al circuito de detección 12 a través de un interruptor de prueba momentáneo de botón pulsador SW situado en el lado izquierdo del circuito de detección 12.

20 **[0020]** Desde el interruptor de ensayo SW, se realiza una conexión a un condensador sintonizable C1 que forma parte de un circuito de sintonización 24 del circuito de detección 12. Para la presente realización, el condensador sintonizable C1 tiene un rango de valores entre 9 y 180 Pico Faradios, y se utiliza para regular o acoplar el dispositivo 10 al conductor metálico que forma parte de la infraestructura metálica 26 a monitorizar.

25 **[0021]** Si se considera deseable o necesaria estabilidad adicional para el correcto funcionamiento del circuito, se puede emplear una resistencia R1 de 2 M $\Omega$  entre la entrada del condensador sintonizable C1 y una B- del dispositivo 10 para derivar una parte de la señal impresa a tierra, limitando por ello la ganancia inicial que tendrá el circuito de detección y evitando que se sature.

30 **[0022]** El condensador sintonizable C1 está conectado a una base del transistor Q1, que en este caso es un transistor NPN de pequeña señal, y que forma una primera etapa de un circuito de amplificación/oscilación 28 del circuito de detección 12.

35 **[0023]** Una resistencia de polarización R2 de aproximadamente 200 K $\Omega$  está conectado desde una unión colectora del transistor Q1 a una unión de base para proporcionar la polarización necesaria del transistor Q1.

**[0024]** Una resistencia R3 de 5K $\Omega$  de B+ al colector del transistor Q1 proporciona la regulación de la tensión en el transistor Q1.

40 **[0025]** También puede ser deseable, dependiendo de la aplicación, emplear una resistencia de derivación R4 de unos 100 K $\Omega$  desde la conexión de base del transistor Q1 a tierra para estabilizar más el dispositivo 10 si se emplea en una aplicación donde el riesgo de sobresaturación de la base del primer transistor Q1 puede hacerse un problema.

45 **[0026]** En uso, una señal entrante de una frecuencia y amplitud dadas se mezcla con una oscilación local producida por el circuito de amplificación/oscilación 28 que comprende el transistor Q1. Luego, la señal se alimenta a través de un condensador cerámico fijo C2 de aproximadamente 1.5 Nano Faradios a una unión base de un segundo transistor Q2, en donde la señal combinada se amplifica aún más de la misma manera y configuración que el transistor Q1.

50 **[0027]** Se emplea una resistencia R5 de 50 K $\Omega$  que proporciona una tensión de polarización desde el colector a base, y una resistencia R6 de 2.1 K $\Omega$  entre B+ y la unión del colector se utiliza preferiblemente en el transistor Q2.

55 **[0028]** La señal de entrada en este punto ha sido suficientemente amplificada por el circuito de amplificación/oscilación 28 y se alimenta directamente a un potenciómetro PI de 100 K $\Omega$  que se emplea como control de ganancia de salida. El potenciómetro PI de 100 K $\Omega$  está conectado a B- a través de una resistencia de muy alto valor R7, que en el presente caso tiene un valor de 15 M $\Omega$ , pero el valor de la resistencia puede ser tan pequeño como 2 M $\Omega$  y aún así dar buenos resultados.

60 **[0029]** Un cursor del potenciómetro de 100 K $\Omega$  PI se alimenta luego a un ánodo de un primer LED, denominado LED 1, para proporcionar una forma de indicación visual del estado operativo del dispositivo 10. Una conexión de cátodo del LED 1 es conectado a un filtro de paso de banda sintonizable 30 del circuito de filtro 14 que está en paralelo con una salida de dichos LED 1 y B-.

65 **[0030]** El circuito de filtro 14 que se comunica con la salida del circuito de amplificación/oscilación 28 en este caso comprende una bobina de 100  $\mu$ H 32 que está en serie con una resistencia de 5,3 K $\Omega$  R8 a B-. Un condensador variable

## ES 2 710 397 T3

C2 de 0,3 Nano Faradios está en paralelo con la bobina 32 y la resistencia R8. El filtro de paso de banda 30 del circuito de filtro 14 se puede así sintonizar variando la capacidad con respecto a la inductancia de la bobina si se considera deseable cambiar las características del filtro de paso de banda 30 para una aplicación específica.

5 **[0031]** Un cátodo adicional también está conectado a una unión de base de un transistor de mando Q3 que forma parte de un circuito de mando 18 del dispositivo 10. El circuito de mando 18 se utiliza para regular el estado operativo de un aislador optoelectrónico O1 que emite al circuito de alarma 16.

10 **[0032]** En una condición de funcionamiento normal, el transistor de control Q3 está en un estado semi-encendido, idealmente a mitad de camino entre las condiciones de encendido y apagado completo, proporcionando así una condición nula. Para lograr el ajuste deseado, se proporciona un segundo LED, referenciado como LED 2, como un indicador visual para fines de sintonización.

15 **[0033]** Mediante el ajuste del condensador sintonizable C1 del circuito de sintonización 24, el potenciómetro de ganancia PI de 100 K $\Omega$  del circuito de filtro 14, y B + a través del circuito de regulación de voltaje 20, se puede lograr la sintonización correcta del dispositivo 10 y el dispositivo 10 puede ser llevado a un estado sensible.

20 **[0034]** La tensión positiva B + que alimenta el dispositivo 10 es ajustable preferiblemente mediante un potenciómetro P2 de 1 K $\Omega$  en serie con el suministro de voltaje B + y el circuito de amplificación/oscilación 28 del dispositivo 10. En la práctica, este potenciómetro P2 se ajusta típicamente a algún valor ideal u óptimo y requerirá poco o ningún ajuste adicional en campo a partir de entonces, en donde los medios principales para ajustar el dispositivo 10 a un estado sintonizado serán a través de los ajustes del condensador variable C1 del circuito de sintonización 24 y el potenciómetro P1 de ganancia de salida de 100 K $\Omega$  del circuito de filtro 14.

25 **[0035]** Para evitar daños al LED 2, se proporciona una resistencia R9 de 800  $\Omega$  en serie con un ánodo del LED 2 para limitar la corriente potencialmente dañina. En este punto, el aislador optoelectrónico O1 está polarizado a un estado de encendido en el que un voltaje de polarización pasa a través de un transistor adicional Q4 para activar los opto relés OR1, OR2 provistos en el circuito de alarma 16.

30 **[0036]** Con referencia a la Figura 2, se describirá una representación eléctrica de un conductor metálico 34 que forma parte de la infraestructura metálica 26, tal como un mástil o emplazamiento de telecomunicaciones, un emplazamiento de servicios públicos, por ejemplo, una subestación eléctrica y/o un sitio de transporte, por ejemplo, un sitio de señalización ferroviaria, y cómo se conecta el circuito de sintonización 24 del circuito de detección 12.

35 **[0037]** En este caso, el conductor metálico 34 está conectado a tierra tal como se encontraría en una rejilla de conexión a tierra. El conductor metálico supervisado 34, por ejemplo, es de cobre y típicamente de cierta longitud, posee una inductancia natural específica, así como una capacidad natural si el conductor 34 está colocado ligeramente por encima de la tierra o dentro de la misma. Como el conductor metálico 34 forma una capa de oxidación debido al contacto con el aire y/o el suelo, se forma una ligera capacidad por la capa de óxido.

40 **[0038]** El conductor metálico 34 también tiene una resistencia natural que depende de la longitud de dicho conductor 34. La resistencia puede ser muy baja o puede exceder de 1 $\Omega$  o más si es de una gran longitud. Entonces se puede decir que, debido a la presencia de Inductancia, Capacidad y Resistencia, referidos en adelante como "LC&R", la estructura tenderá a formar un circuito sintonizado debido a la presencia de LC&R.

45 **[0039]** En el interior de la tierra hay una gran cantidad de corrientes parásitas, tanto naturales como provocadas por el hombre, así como presencia de corrientes alternas de baja y alta frecuencia que pueden llegar al espectro de radiofrecuencia o RF de baja frecuencia. Estas corrientes y voltajes se inducen en la infraestructura metálica 26 debido a su comunicación con la tierra. Se sabe que tales voltajes y corrientes pueden leerse desde el conductor metálico 34 ya sea por un voltímetro o un osciloscopio, y resultarán en una lectura de frecuencia y de amplitud. Estas corrientes y voltajes forman parte de los medios por los cuales se pueden supervisar los cambios si el conductor metálico 34 de la infraestructura 26 está perturbado de alguna manera.

50 **[0040]** El circuito completo del dispositivo 10 también genera una oscilación que puede medirse en la infraestructura de tierra 26, y en esta invención se combina con las señales ya presentes en o sobre el conductor metálico 34 que se controlará para detectar cualquier cambio que esté teniendo lugar.

55 **[0041]** Cuando se altera el conductor metálico 34, tal como mediante la eliminación o el daño de una parte del mismo, el dispositivo 10 recibe un cambio de voltajes y amplitudes de las frecuencias impresas, lo que da lugar a que se genere una condición de alarma. También se entiende que los cambios en los voltajes y amplitudes de las frecuencias impresas, o, en otras palabras, las características conductoras del conductor metálico supervisado 34 también pueden resultar debido a la corrosión natural de y/o un cuerpo que se encuentra muy cerca del conductor metálico 34. En este caso, también se produce una condición de alarma.

65

## ES 2 710 397 T3

5 **[0042]** La figura 3 muestra un primer ejemplo del dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico 10 dispuesto para supervisar un conductor metálico puesto a tierra 34 de una infraestructura supervisada 26. Una entrada del circuito de sintonización 24 del dispositivo 10 está conectada mecánicamente a través del alambre, hilo o cable 22 de detección eléctrica a una porción de una red de conexión a tierra, que en este ejemplo se ilustra como una conexión a un terminal de tierra 38 de una caja de entrada de servicio de energía 40 que sirve como un punto único principal de conexión a tierra para el sitio.

10 **[0043]** A partir de una fuente de alimentación 42, que en este caso es, por ejemplo, una planta de baterías, que suministra energía al dispositivo 10 y posiblemente a otros componentes electrónicos del sitio, a menudo otro conductor 44 lleva a tierra la fuente de alimentación 42. Esto puede ser una tierra positiva como se muestra en la Figura 3, o una tierra negativa como se muestra en la Figura 4.

15 **[0044]** En algunas aplicaciones de la presente invención, también se emplea una segunda conexión a la planta de baterías u otra fuente de alimentación 42 y al dispositivo 10 como una segunda vía de detección para supervisar cambios dentro del u otro conductor metálico 34 de la infraestructura supervisada. 26.

20 **[0045]** Una barra colectora o barra maestra colectora a tierra 46 forma parte de la infraestructura supervisada 26 y está en comunicación eléctrica con el conductor o conductores metálicos 34. Las diversas estructuras se encuentran al potencial de tierra y están interconectadas y puestas a tierra a la barra colectora maestra 46. Típicamente, estas estructuras están conectadas o unidas entre sí y a la barra colectora de tierra maestra 46 por un cable de cobre de un diámetro razonablemente grande, tanto enterradas en la tierra como sobre tierra. En algunas aplicaciones, una red de tierra adicional remota de la red de entrada de servicio 40 está conectada o unida tanto a las barras colectoras de tierra maestras 46 como a la tierra de entrada de servicio 38, formando así un bucle de tierra. Típicamente, en tales redes, uno o más bucles a tierra 50 existirán dentro de la infraestructura 26 como se indica en el dibujo de la Figura 3. Cuando cualquier parte de la infraestructura 26 sea manipulada o eliminada, habrá un cambio correspondiente típicamente en amplitud y/o inductancia de la señal impresa dentro de la infraestructura 26 y como se mencionó anteriormente, este cambio activa una condición de alarma en el dispositivo 10.

30 **[0046]** Con referencia a la Figura 4, se muestra un segundo ejemplo de la conexión del dispositivo 10 de detección de perturbaciones del conductor metálico a una infraestructura supervisada 26 que tiene uno o más conductores metálicos 34. La disposición de la Figura 4 es una versión simplificada de la Figura 3, en la que se omiten las rejillas de tierra adicionales descritas anteriormente. La entrada del circuito de sintonización 24 está conectada mecánicamente a través de un alambre, hilo o cable 22 de detección eléctrica a un tablero de distribución de energía u otra unidad de entrada de servicio 40. La fuente de alimentación 42 está preferiblemente conectada a tierra a la barra colectora o barra colectora de tierra maestra 46, como antes. Por lo tanto, la operación es muy parecida a la del primer ejemplo anterior.

40 **[0047]** La Figura 5 ilustra un tercer ejemplo de la conexión del dispositivo 10 de detección de perturbaciones del conductor metálico a una infraestructura supervisada 26 que tiene uno o más conductores metálicos 34. La interconexión en este ejemplo es diferente a la de los dos ejemplos anteriores. En este caso, la planta de baterías o la fuente de alimentación 42 pueden ser independientes o "flotantes" con respecto a la infraestructura metálica 26. Por lo tanto, solo se requiere una única conexión a través del circuito de sintonización 24 a la infraestructura 26 a supervisar. Por lo tanto, cuando el dispositivo 10 se ha ajustado correctamente, es capaz de detectar cambios dentro de dicha infraestructura 26 con una sola conexión realizada al dispositivo 10.

45 **[0048]** Con referencia ahora a la Figura 6, ahora se describirá una segunda realización del dispositivo 10 de detección de perturbaciones del conductor metálico. Las referencias similares se refieren a partes que son similares o idénticas a las de la primera realización, y por lo tanto se omitirá una descripción más detallada. Una parte del circuito de mando 18 del opto aislador O1 y el circuito de alarma 16 se omiten para facilitar la referencia, ya que coinciden o coinciden sustancialmente con los de las Figuras 1a y 1b. El dispositivo 10 comprende el circuito de detección 12, el circuito de filtro 14, el circuito de regulación de voltaje 20, el circuito de mando 18 y el circuito de alarma 16, como antes. El circuito de detección 12 incluye el circuito de sintonización 24 y un circuito de amplificación/oscilación modificado 28. La diferencia principal reside en el circuito de detección modificado 12.

50 **[0049]** En esta realización, el circuito de detección 12 se ha adaptado para incluir una bobina de captación de detección 52 en la entrada al circuito de sintonización 24. La bobina de captación 52 está conectada entre la entrada del condensador sintonizable C1 y B- a través de un segundo condensador C3 de pequeño valor, del orden de Nano o Pico Faradios. Este conector inalámbrico permite que el dispositivo 10 se utilice en entornos donde una conexión mecánica directa a la infraestructura 26 que se va a supervisar se considera peligrosa o no deseable, por ejemplo, con alimentación de CA o CC, o de otro tipo de señal. Cuando se encuentran tales limitaciones, se ha encontrado que el uso de la bobina de recogida 52 en la configuración ilustrada en la Figura 6 da muy buenos resultados.

60 **[0050]** También puede ser ventajoso incluir un blindaje eléctrico en cierto grado para evitar o limitar que los circuitos del dispositivo 10 se saturen con interferencias de RF falsas.

65

## ES 2 710 397 T3

5 **[0051]** Con referencia ahora a la Figura 7, ahora se describirá una tercera realización del dispositivo 10 de detección de perturbaciones del conductor metálico. De nuevo, las referencias similares se refieren a partes que son similares o idénticas a las de las realizaciones primera y segunda, y por lo tanto se omitirá una descripción más detallada, y al igual que en la Figura 6, una parte del circuito controlador 18 del opto aislador O1 y la alarma el circuito 16 se omite por claridad, ya que coinciden o coinciden sustancialmente con los de las figuras 1a y 1b.

10 **[0052]** El dispositivo 10 de la segunda realización comprende el circuito de detección 12, el circuito de filtro 14, el circuito de regulación de voltaje 20, el circuito de mando 18 y el circuito de alarma 16, como antes. El circuito de detección 12 incluye el circuito de sintonización 24 y un circuito de amplificación/oscilación modificado adicional 28. La diferencia principal reside nuevamente en el circuito de detección modificado adicional 12.

15 **[0053]** El circuito de detección modificado adicional 12 incluye la bobina de captación de detección 52 en la entrada al circuito de sintonización 24 y una bobina tickler 54. Una parte de la señal de salida del circuito de filtro 14 se enruta de nuevo a la entrada del circuito de sintonización 24 y se hace actuar sobre la bobina de captación 52 de forma inductiva de manera similar a un circuito de retroalimentación regenerativo. El circuito de detección 12 se vuelve extremadamente sensible a las señales de RF externas.

**[0054]** Debe entenderse que pueden utilizarse combinaciones de los ejemplos y realizaciones anteriores.

20 **[0055]** En uso, las realizaciones preferidas del dispositivo de detección de perturbaciones del conductor metálico 10 proveen una conexión única al circuito de sintonización 24 desde la infraestructura metálica externa 26, y el circuito de sintonización 24 utiliza un condensador variable C1 para ayudar a la sintonización.

25 **[0056]** El conductor metálico 34 de la infraestructura 26 a supervisar posee cualidades de RC&L y, por lo tanto, puede tratarse como un circuito sintonizado o sintonizable.

30 **[0057]** Mientras que en tales casos el conductor metálico 34 puede estar conectado a tierra de alguna manera, no obstante, como se mencionó anteriormente, estará influenciado por RF ambiental y otras formas de campos electromagnéticos presentes tanto en la atmósfera como dentro de la tierra.

**[0058]** La oscilación eléctrica se genera internamente dentro del dispositivo 10 a través de la retroalimentación desde la etapa de salida del circuito de filtro 14 hasta la etapa de entrada a través del riel B+ o la línea de rastreo.

35 **[0059]** Al ajustar el circuito de filtro 14 y el circuito de regulación de voltaje 20 a través de los respectivos potenciómetros, por ejemplo, y el circuito de sintonización 24 mediante el condensador variable, por ejemplo, la frecuencia de las oscilaciones se puede ajustar al punto donde se crea una condición resonante. El dispositivo 10 se energiza primero y se ajusta a una condición en la que el dispositivo 10 está cerca de una condición resonante ideal. A medida que se varía el condensador variable C1 del circuito de sintonización 24, aumenta la amplitud del circuito externo. En cierto punto, esta amplitud comenzará a efectuar la oscilación natural del circuito de detección 12. Esto se debe al grado de saturación de la base del transistor Q1 por el aumento en amplitud de la señal impresa que llega al transistor Q1 a través de la infraestructura variable RC&L 26. En algún momento, esta saturación afectará la frecuencia natural del circuito de detección 12, por lo que cambiar la frecuencia del circuito de detección 12 hace que la sensibilidad se vuelva extremadamente sensible y se podrá considerar en un estado cercano a la resonancia ideal. Si una cantidad demasiado grande de amplitud de la infraestructura externa 26 se alimenta a la base del transistor Q1, la base se satura excesivamente y enviará el circuito de detección 12 a una saturación total, en donde los cambios dentro de la infraestructura externa 26 ya no se pueden medir. Por lo tanto, es importante que un ajuste ideal de B+ que se pueda configurar de manera beneficiosa por el circuito de regulación de voltaje 20 y la cantidad de acoplamiento entre el circuito de amplificación/oscilación 28 y la infraestructura externa 26 se mantenga a un valor óptimo para asegurar que se mantenga una sensibilidad ideal en todo momento.

50 **[0060]** El filtro de paso de banda sintonizable 30 está en comunicación con una salida del circuito de amplificación/oscilación 28, y está configurado para permitir el paso de frecuencias de solo un cierto ancho de banda, mientras atenúa las frecuencias indeseables.

55 **[0061]** Cuando el dispositivo 10 está conectado a la infraestructura metálica 26 a supervisar, el dispositivo 10 debe sintonizarse de tal manera que ambos campos electromagnéticos impresos en la infraestructura metálica 26 de fuentes externas y la oscilación generada internamente creada por los circuitos del dispositivo 10 se combinan dentro del dispositivo 10 para producir una frecuencia de salida que pasará fácilmente a través del filtro de paso de banda 30.

60 **[0062]** Tanto la frecuencia como la amplitud son importantes para el correcto funcionamiento del circuito de la presente invención.

65 **[0063]** La amplitud se controla principalmente mediante el ajuste del condensador variable C1 del circuito de sintonización 24 en la entrada del dispositivo 10. El condensador variable C1 regula la cantidad de señal que llega al circuito de amplificación/oscilación 28 desde la infraestructura metálica 26.

**[0064]** Cuando el dispositivo 10 se ha sintonizado al estado de operación deseada, en donde el controlador de salida del transistor Q3 del circuito de mando 18 está polarizado a un estado de encendido o semi-encendido de tal manera que no se crea una condición de alarma, el dispositivo 10 se considera en "Modo de espera".

5 **[0065]** Si una parte de la infraestructura metálica 26 se daña, se retira o se perturba de tal manera que se produce un cambio de inductancia dentro de la infraestructura 26, este cambio afecta tanto a la condición resonante de la infraestructura 26 como a la amplitud de los campos electromagnéticos detectados presentes dentro de la infraestructura 26.

10 **[0066]** Estos cambios afectarán a la inversa tanto la amplitud como la frecuencia generada internamente del circuito de amplificación/oscilación 28, cambiando así la señal de salida que alimenta el filtro de paso de banda 30 del circuito de filtro 14.

15 **[0067]** Tales cambios pueden aumentar tanto la amplitud como la frecuencia o disminuir la misma dependiendo de la naturaleza de los cambios externos. Por lo tanto, esto cambia el nivel de paso de la señal desde el filtro de paso de banda 30 al transistor controlador Q3.

20 **[0068]** En función de la naturaleza del cambio, el filtro de paso de banda 30 puede pasar más o menos señal. El circuito de mando 18 pasará a un estado ALTO o BAJO dependiendo de la naturaleza del cambio que tenga lugar. Si el circuito del controlador 18 pasa a ALTO, por ejemplo, debido a un fuerte aumento de la amplitud, se permite que pase más señal a través del filtro de paso de banda 30, como se notaría por un aumento repentino de la intensidad del LED 2. La condición de configuración nula del circuito controlador 18 se ve afectada, y un opto relé OR1, OR2 responderá yendo a una condición de circuito abierto. Si el circuito controlador 18 pasa a BAJO debido a una fuerte disminución en la amplitud de la señal impresa, la frecuencia de salida del circuito de amplificación/oscilación 28 cae fuera del espectro del filtro de paso de banda 30 y una restricción de la señal de polarización que llega a la base del transistor Q3 hace que el transistor Q3 se apague o casi, y, por lo tanto, la condición nula se interrumpe. El otro opto relé OR1, OR2 responderá yendo a una condición de circuito abierto y, por lo tanto, se crea una segunda condición de alarma. En cada caso, con una condición de alarma activada, el circuito de alarma 16 se energiza para emitir una señal de alarma. Preferiblemente, el circuito de alarma incluye un transmisor para enviar la señal de alarma a una ubicación fuera del sitio.

30 **[0069]** Debe entenderse que los opto relés OR1, OR2 pueden configurarse para que se genere un estado cerrado en condición de alarma dependiendo de la aplicación.

35 **[0070]** En una infraestructura de conexión a tierra típica 26 a la que está conectado este circuito y que tiene uno o más conductores metálicos 34 a supervisar, típicamente están presentes numerosos "bucles de conexión a tierra". Los bucles de tierra se definen como estructuras conectadas a tierra paralelas que se comunican a un solo punto con conductores metálicos 34 que interconectan las estructuras para formar un solo punto de tierra donde todas las estructuras están unidas entre sí. Eléctricamente, estas estructuras con conductores de interconexión 34 tienden a formar inductancias paralelas que forman la inductancia general de la infraestructura 26. Cuando se elimina cualquier parte de la red inductiva general formada por la infraestructura 26, la inductancia cambia. Estos cambios pueden manifestarse como un cambio en la frecuencia de resonancia o amplitud de RF impresa, campos electromagnéticos o ambos interactuando con la red conectada a tierra, lo que hace que la red cambie sus características RC&L. El cambio de las características de RC&L da como resultado una respuesta simpática o un cambio en el estado resonante del dispositivo 10, lo que altera la frecuencia con la que opera el dispositivo 10. Mediante una cuidadosa sintonización del dispositivo 10 a una condición casi resonante, esta respuesta o cambio simpático que es esencialmente una desintonización de la señal previamente sintonizada se identifica fácilmente a través del filtro de paso de banda 30.

50 **[0071]** Dependiendo de qué parte de la infraestructura de conexión a tierra 26 se haya eliminado o alterado, la señal sintonizada que resulta de la condición de resonancia establecida previamente se desintoniza debido a que la red imparte un estado de resonancia más alto, considerado un estado de encendido completo, o la condición resonante se desintoniza debido a que la red imparte un estado de resonancia más bajo, considerado un estado de apagado. En cualquier caso, el circuito de filtro 14 identifica esta desintonización y se puede generar una alarma a través del circuito de alarma 16, alertando por ello a otros de que tales cambios han tenido lugar dentro de la infraestructura controlada 26.

55 **[0072]** La utilización de las bobinas de captación 52 de las realizaciones segunda y tercera como captaciones inductivas permite que el dispositivo 10 se conecte inductivamente de forma inalámbrica a la infraestructura puesta a tierra 26 para supervisar una perturbación de cualquier conductor metálico 34 en la misma.

60 **[0073]** En esta disposición, la bobina de captación inductiva 52 forma esencialmente parte del circuito de amplificación / oscilación 28 con el circuito de sintonización 24 interpuesto entre ellos. La oscilación generada por el circuito de amplificación/oscilación 28 fluye dentro de la bobina de captación 52. Cuando la bobina de captación 52 se incorpora como en la segunda realización ilustrada en la Figura 6, la bobina de captación 52 se vuelve extremadamente sensible a

65



## ES 2 710 397 T3

ambas Inductancias pasivas externas, cuerpos de capacidad y campos ambientales dispersos como RF y/o electromagnéticos.

5 [0074] En el caso de una inductancia pasiva cerca de la bobina de captación 52, la inductancia pasiva está bajo la influencia del campo generado por el circuito de amplificación/oscilación 28 y la bobina de captación 52 en donde las dos inductancias tienden a formar un circuito sintonizado. Si se altera la inductancia pasiva, como por ejemplo al ser movida, al eliminarse una parte de la misma o al perturbarse de otra manera, el cambio en la relación inductiva de las dos inductancias producirá un cambio en la frecuencia y amplitud dentro de la amplificación/oscilación el circuito 28 causando de este modo que el dispositivo 10 caiga en un estado de resonancia mayor o menor, generando así una condición de alarma como se describió anteriormente.

10 [0075] El dispositivo 10 está alojado preferiblemente en un recinto metálico y puede montarse convenientemente en un estante si es necesario.

15 [0076] Cuando es deseable incorporar una bobina de captación inductiva 52, el dispositivo 10 puede colocarse junto a la estructura o circuito externo a supervisar. En esta aplicación, el circuito se puede alojar en un recinto no metálico o en un recinto de combinación no metálica o metálica para permitir la facilidad de acoplamiento inductivo entre el dispositivo 10 y la infraestructura supervisada 26.

20 [0077] También es posible, cuando sea necesario, que un alojamiento del dispositivo 10 pueda ser un recinto estanco a la intemperie y/o que pueda estar enterrado junto a conductores 34 o estructuras metálicas enterrados. En este último caso, si los conductores enterrados 34 están perturbados, como por una retirada repentina, los cambios de inductancia, frecuencia, amplitud o combinación de las tres serán suficientes para generar un estado de alarma.

25 [0078] En una disposición modificada, si la infraestructura supervisada 26 está energizada por una corriente eléctrica o transmite una señal de RF, el campo electromagnético interactuará con la oscilación presente dentro de la bobina de captación 52 cuando los dos estén acoplados inductivamente, como antes describe. Si se produce un cambio significativo, como cuando la señal se interrumpe o el circuito se rompe de alguna manera, la condición resonante del dispositivo 10 se alterará, generando una condición de alarma de la misma manera que se describió anteriormente.

30 [0079] El uso de la bobina tickler 54 mencionada en relación con la tercera realización y que está en estrecha relación inductiva con la bobina 52 de captación también es beneficioso para aumentar la sensibilidad dentro de la bobina 52 de captación. Esto permite la detección de cambios aún más sutiles que tienen lugar dentro de la red supervisada. Cuando el dispositivo 10 se ha sintonizado correctamente, se convierte en un estado de resonancia altamente sensible debido a la trayectoria de retroalimentación inductiva adicional proporcionada por la bobina tickler 54. Cuando se emplea para supervisar una infraestructura metálica externa 26, incluso pequeños cambios en el estado RC&L la infraestructura supervisada 26 causarán cambios suficientes dentro del circuito para producir la condición de alarma deseada ya mencionada, y tales cambios pueden surgir de cualquier perturbación que incluya la introducción de un cuerpo extraño con una capacidad, como una persona no autorizada, en las proximidades de la infraestructura 26. De este modo, el dispositivo 10 puede utilizarse como detector de proximidad.

35 [0080] Si la bobina captadora 52 utiliza un núcleo de hierro o ferrita, el dispositivo 10 puede volverse sensible para detectar el movimiento de campos magnéticos u objetos metálicos a una distancia de varios pies de la bobina captadora 52. Esta disposición podría emplearse como medio para detectar el movimiento de estructuras metálicas compuestas de hierro o acero, ya que estos metales tienden a poseer cierto grado de magnetismo natural.

40 [0081] Aunque se describe que el circuito de sintonización utiliza un condensador variable, se puede utilizar cualquier otro medio de ajuste de capacitancia adecuado. Adicional o alternativamente, es factible que se pueda utilizar un inductor variable. En este caso, dos bobinas paralelas acopladas por inducción podrían ser o formar parte del inductor variable. Al mover las bobinas físicamente entre sí, se puede variar la inductancia. Opcionalmente, si el inductor variable utiliza un núcleo de ferrita, entonces se puede hacer un ajuste al núcleo para variar la inductancia.

45 [0082] Se pueden utilizar otros métodos de filtrado de paso de banda de la salida del circuito de amplificación/oscilación 28, como el uso de un circuito comparador. Cuando se han realizado los ajustes adecuados al B+ y al condensador variable en serie C1 que se comunica con la base del transistor Q1, se permite una frecuencia de un cierto ancho de banda a través del filtro de paso de banda 30 para mandar el tercer transistor Q3 empleado para controlar la salida que comprende el circuito de alarma 16 del dispositivo 10. Siempre que esto sea posible, se puede utilizar cualquier circuito de filtro adecuado.

50 [0083] Además, el filtro de paso de banda puede configurarse en cualquier forma adecuada. A modo de ejemplo, la resistencia R8 podría ser variable, como en forma de un potenciómetro, la bobina 32 podría ser una autoinductancia de núcleo variable, y/o el condensador variable C2 podría ser un condensador fijo. Al menos uno de estos elementos debe ser variable para habilitar la sintonización. Sin embargo, podría ser posible sintonizar el filtro de paso de banda, por ejemplo, antes de la instalación, y luego arreglar los componentes para que no sea posible o no se requiera una sintonización adicional.

- [0084] Con referencia ahora a la figura 8, se describirá ahora una cuarta realización del dispositivo 10 de detección de perturbaciones del conductor metálico. Las referencias que son las mismas que las utilizadas en las realizaciones anteriores se refieren a partes similares o idénticas y, por lo tanto, se omitirá una descripción más detallada.
- 5 [0085] El diagrama de circuito de la Figura 8 se simplifica para mayor claridad.
- [0086] El dispositivo 10 comprende el circuito de detección 12, el circuito de filtro 14, el circuito de regulación de voltaje (no mostrado), el circuito de mando 18 y el circuito de alarma 16, como antes.
- 10 [0087] El circuito de detección 12 y el circuito de filtro 14 pueden combinarse. El circuito de filtro 14 de esta realización comprende al menos el condensador 64, presentando así efectivamente un filtro ancho de banda de paso. Se podrían utilizar circuitos de filtro adicionales para proporcionar un filtro estrecho de banda de paso más preferible.
- [0088] La diferencia principal en esta realización reside en el circuito de detección modificado 12.
- 15 [0089] En esta realización, el circuito de detección 12 se ha adaptado para incluir un transformador ferro-resonante bobinado en serie 60 con primer y segundo devanados primarios PW1 y PW2 en el lado de la infraestructura metálica, junto con un devanado secundario SW en el lado del circuito de alarma.
- 20 [0090] Se proporciona una señal oscilante, preferiblemente a 34 kHz en este caso particular, al primer devanado primario PW1 por medio de una fuente de potencia oscilante u oscilador 62. Esto puede ser simpático con el circuito LC o el circuito tanque que comprende el devanado secundario SW y el condensador 64. Aunque posiblemente simpático, en la realización actual, la operación puede ocurrir en o alrededor de la mitad de la frecuencia de resonancia. Otras frecuencias también pueden ser posibles. La señal de oscilación no se encuentra en la frecuencia de resonancia específica del transformador. Se ha demostrado que la señal de oscilación funciona bien en un rango de 20 kHz a 50 kHz, y depende en gran medida del transformador específico 60 utilizado.
- 25 [0091] Aunque es preferible, se puede prescindir del condensador 64, aunque esto tiende a disminuir la sensibilidad.
- 30 [0092] La señal oscilante en el devanado primario PW1 induce una tensión en el devanado secundario SW. Este voltaje es proporcional tanto a la señal de entrada en el devanado primario PW1 como a la influencia inductiva de la infraestructura metálica 26 unida mecánica y eléctricamente a través de cables de detección al segundo devanado primario PW2. El oscilador imprime un campo electromagnético en la infraestructura metálica a través del primer y segundo devanados primarios PW1 y PW2.
- 35 [0093] Cualquier aumento o disminución posterior en la inductancia de la infraestructura metálica 26 unida mecánica y eléctricamente al segundo devanado primario PW2 da como resultado cambios mensurables en el voltaje y la corriente de salida del devanado secundario SW. Esta salida puede sintonizarse con precisión disminuyendo o aumentando la amplitud y/o la frecuencia de la señal que se alimenta desde el oscilador 62 al primer devanado primario PW1. Como tal, el oscilador 62 forma efectivamente una primera parte 24a de un circuito 24 de sintonización de dos partes.
- 40 [0094] En una modificación, la salida puede ajustarse aún más mediante la adición de un inductor variable en serie o en paralelo con los cables de detección de red 22, la infraestructura metálica 26 y/o el segundo devanado primario PW2.
- 45 [0095] La amplitud de la señal enviada al primer devanado primario PW1 se ajusta, de modo que una salida del devanado secundario SW a través de un amplificador de salida conectado produce la tensión y la corriente suficientes para no energizar el circuito de alarma ALTA 65a a través del transistor de mando 66 del circuito controlador 18, pero para activar el circuito de alarma BAJA 65b a través del transistor de mando 68 del circuito controlador 18 y el opto-relé 70. El circuito de alarma BAJA 65b, en este caso, se mantiene en un estado estable.
- 50 [0096] Un diferencial de tensión entre el ajuste de los estados de alarma ALTO y BAJO se ajusta con la resistencia variable 72 en el emisor del transistor controlador 66. La resistencia variable 72 y la resistencia 74 forman una segunda parte 24b del circuito de sintonización de dos partes 24. Esto permite que los cambios en el voltaje de la señal impartida al devanado secundario SW sean muy pequeños, lo que permite el disparo del evento de alarma alta o baja.
- 55 [0097] Aunque la resistencia variable 72 está beneficiosamente en el emisor del transistor controlador 66, puede estar en la base del transistor controlador 66, en cuyo caso una resistencia adicional, preferiblemente fija, estaría en el emisor. La resistencia variable 72 o una resistencia variable adicional también pueden estar en el emisor del transistor controlador 68. La resistencia variable 72 puede ser intercambiable con la resistencia 74. Esta intercambiabilidad permite el ajuste de la parte de alarma 16 para la diferencia en las tolerancias de los componentes de chips opto-relés u otros dispositivos de relé adecuados 70 y 76.
- 60 [0098] Si las alarmas ALTA y BAJA están en un estado activado, la resistencia variable 72 se puede ajustar alterando su resistencia hasta que se desactive la alarma ALTA. El circuito de alarma 16 permanece en un estado OK estable con
- 65

la alarma ALTA en un estado desenergizado y la alarma BAJA en un estado energizado. Si utiliza un dispositivo N/C para la alarma ALTA y un dispositivo N/O para la alarma BAJA, entonces las condiciones de alarma se pueden usar como un indicador para sintonización fina del circuito del sensor 12 a través de la amplitud del oscilador 62, una vez que los valores del disparador entre ALTO y BAJO se han ajustado adecuadamente.

5

**[0099]** Una vez en un estado estable, cualquier aumento en la inductancia de la infraestructura metálica 26 unida al segundo devanado primario PW2 causado por la desconexión de cualquiera o todas las partes metálicas en red causará un aumento perceptible en la tensión en el devanado secundario SW. Esto activa el circuito de alarma ALTA 65a a través de opto-relé 70 y hace que se active una alarma.

10

**[0100]** De manera similar, cualquier disminución en la inductancia de la red supervisada 26 conectada al segundo devanado primario PW2, causada por ejemplo al agregar infraestructura metálica adicional, como cuando se intenta superar la alarma antes de retirar el material seleccionado, causará una caída detectable en tensión en el devanado secundario SW. Esto desactiva el circuito de alarma LOW 65b a través de su opto-relé 76, haciendo que la alarma se active nuevamente.

15

**[0101]** Cualquier intento de eludir la alarma mediante la eliminación o manipulación de los cables de detección remota 22 dará como resultado un aumento detectable en la inductancia que enviará la alarma ALTA a un estado encendido.

20

**[0102]** Poder "bloquear" la frecuencia de la señal del oscilador 62 es beneficioso, ya que permite la configuración y el control de todo un circuito mediante un ajuste de la amplitud del oscilador 62 una vez que se ha configurado la resistencia variable 72. Sin embargo, la amplitud de la señal emitida por el oscilador 62 podría ser bloqueada en su lugar, en la que la frecuencia se controla para sintonizar el circuito 12 de detección de inductancia. Alternativamente, la amplitud y la frecuencia de la señal oscilante emitida por el oscilador 62 pueden ser controlable para sintonizar el circuito de detección de inductancia 12.

25

**[0103]** En los casos anteriores, es preferible que solo se pueda controlar una única variable durante la instalación y, por lo tanto, durante la producción del dispositivo de detección 10, se configuran la resistencia variable 72 y una de las frecuencias y amplitudes de la señal de oscilación. Se podría utilizar cualquier controlador adecuado 66 y 68. Estos pueden ser de estado sólido o mecánicos. Se pueden considerar múltiples opto-relés o relés de estado sólido en un chip. La capacidad de detectar el robo de la infraestructura metálica en el sitio en el momento en que se inicia el proceso, permite una acción rápida para hacer que el sitio sea seguro, volver a ponerlo en servicio y posiblemente atrapar a los ladrones. El circuito de alarma del dispositivo activa una alarma que puede usarse para el personal de despacho y/o personal de seguridad. Además, es posible que el dispositivo se pueda utilizar para activar un mecanismo o sistema alternativo, como una alarma audible, visual y/o táctil o una "bomba de tinta".

30

35

**[0104]** Debido a la naturaleza del proceso de detección, la elusión es extremadamente difícil.

40

**[0105]** El circuito de la presente invención difiere en gran medida de la técnica anterior en el hecho de que mide la inductancia dentro de la infraestructura metálica y detecta cambios de inductancia que tienen lugar dentro de la estructura cuando se alteran partes de la misma, tal como por eliminación o manipulación.

45

**[0106]** Por lo tanto, es posible proporcionar un dispositivo de detección de perturbaciones de conductores metálicos que esté diseñado para detectar cambios inductivos que tienen lugar dentro de conductores metálicos conectados a tierra o no conectados a tierra. El circuito de detección del dispositivo está conectado a un circuito de alarma, por lo que se transmite una notificación a distancia o fuera de las instalaciones de cualquier perturbación. La presente invención está pensada para ser utilizada en aplicaciones donde se emplean grandes masas de conductores metálicos, como cableado de cobre y conductores a tierra, por ejemplo, en telecomunicaciones, generación y distribución de energía, transporte ferroviario y otros mercados que hacen uso amplio de grandes cantidades de cobre u otros metales valiosos. También es posible utilizar el dispositivo para supervisar la degradación natural o la perturbación de los conductores metálicos debido a la corrosión o el daño causado por condiciones accidentales, y para proporcionar una alarma que indique que tales condiciones han ocurrido.

50

55

**[0107]** Las realizaciones descritas anteriormente se proporcionan solo a modo de ejemplos, y varias otras modificaciones serán evidentes para las personas expertas en el campo sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para detectar perturbaciones en un conductor metálico (34) de una infraestructura supervisada (26), el método comprendiendo los pasos de proporcionar un circuito de detección de inductancia (12) que incluye un transformador (60) que tiene una primera bobina primaria (PW1) y una segunda bobina primaria (PW2) en un lado de conductor metálico, y una bobina secundaria (SW) en un lado de circuito de alarma (16), la primera bobina primaria estando suministrada en un primer circuito con una oscilación de circuito generada internamente por una fuente de potencia de oscilación u oscilador (62), la segunda bobina primaria estando conectada mecánica y eléctricamente al conductor metálico (34) que tiene una inductancia controlable en un segundo circuito que es independiente del primer circuito de manera que la fuente de potencia oscilante u oscilador (62) no está conectada directamente al conductor metálico, sintonizar el circuito de detección de inductancia (12) en base a un campo electromagnético impreso en el conductor metálico (34) y la oscilación del circuito generado internamente en la primera bobina primaria, en donde el circuito de detección de inductancia se sintoniza como una función de la inductancia supervisable en el segundo circuito, y emitir una señal de alerta cuando una señal de salida sintonizada desde el circuito de detección de inductancia sintonizado (12) se desintoniza debido a un cambio en la inductancia del conductor metálico (34) por la perturbación de al menos una parte del conductor metálico (34).
- 10 2. Método según la reivindicación 1, en el que la señal de salida sintonizada del circuito de detección de inductancia sintonizado (12) se envía a un circuito de filtro (14) que filtra en función de la frecuencia de la señal sintonizada.
- 15 3. Un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la primera bobina primaria está conectada al oscilador (62).
- 20 4. Un método como el reivindicado en la reivindicación 3, en el que la frecuencia de una señal emitida por el oscilador (62) está bloqueada, y el circuito de detección de inductancia (12) es sintonizable en función de la amplitud de una señal emitida por el oscilador (62); el circuito de detección de inductancia (12) es sintonizable en base a una amplitud y frecuencia de una señal emitida por el oscilador (62); o el circuito de detección de inductancia (12) se puede ajustar en función de una frecuencia de una señal emitida por el oscilador (62).
- 25 5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la señal de alerta se envía a un dispositivo de alerta que está alejado de la instalación del circuito de detección de inductancia (12).
- 30 6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además la etapa de proporcionar un circuito de sintonización (24) para sintonizar el circuito de detección de inductancia (12), el circuito de sintonización (24) proporcionando la oscilación interna del circuito que imprime el campo electromagnético en el conductor metálico (34).
- 35 7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el circuito de alarma (16) incluye un transmisor para enviar la señal de alarma a una ubicación externa.
- 40 8. Un dispositivo de perturbación de conductor metálico (10) para un método de detección de perturbación en un conductor metálico (34) de una infraestructura supervisada (26), el método comprendiendo las etapas de proporcionar un circuito de detección de inductancia (12) que incluye un transformador (60) que tiene una primera bobina primaria (PW1) y una segunda bobina primaria (PW2) en un lado del conductor metálico, y una bobina secundaria (SW) en un lado del circuito de alarma, la primera bobina primaria siendo suministrada en un primer circuito con una oscilación de circuito generada internamente por una fuente de energía oscilante u oscilador (62), la segunda bobina primaria estando conectada mecánica y eléctricamente al conductor metálico (34) que tiene una inductancia supervisable en un segundo circuito que es independiente del primer circuito de manera que la fuente de energía oscilante u oscilador (62) no está conectado directamente al conductor metálico, sintonizar el circuito de detección de inductancia (12) en base a un campo electromagnético impreso sobre el conductor metálico (34) y la oscilación del circuito generada internamente en la primera bobina primaria, en donde el circuito de detección de inductancia se sintoniza como una función de la inductancia supervisable en el segundo circuito, y emitir una señal de alerta cuando una señal de salida sintonizada desde el circuito de detección de inductancia sintonizada (12) se desintoniza debido a un cambio en la inductancia del conductor metálico (34) por la perturbación de al menos una parte del conductor metálico (34).
- 45 50 55

60

65

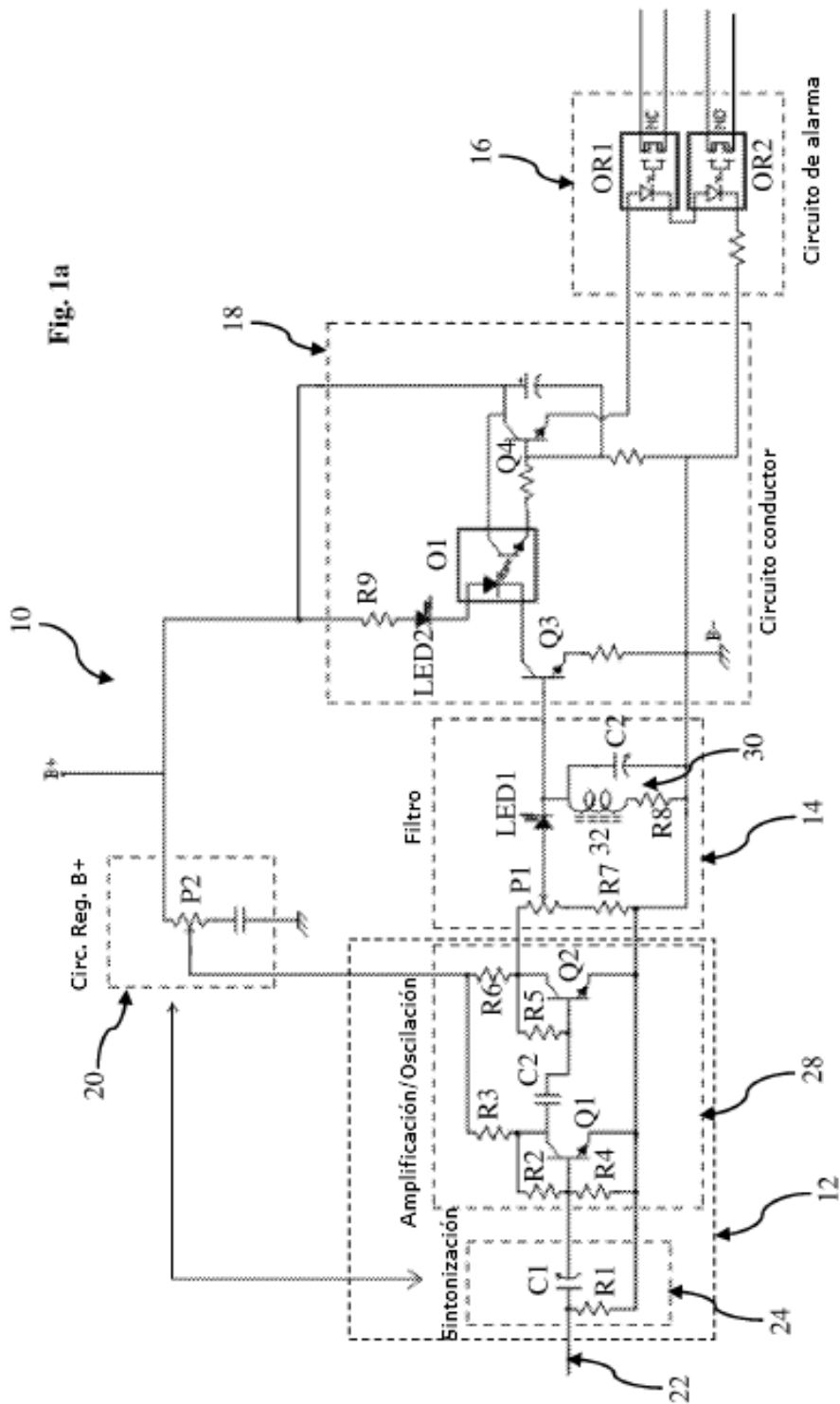


Fig. 1b

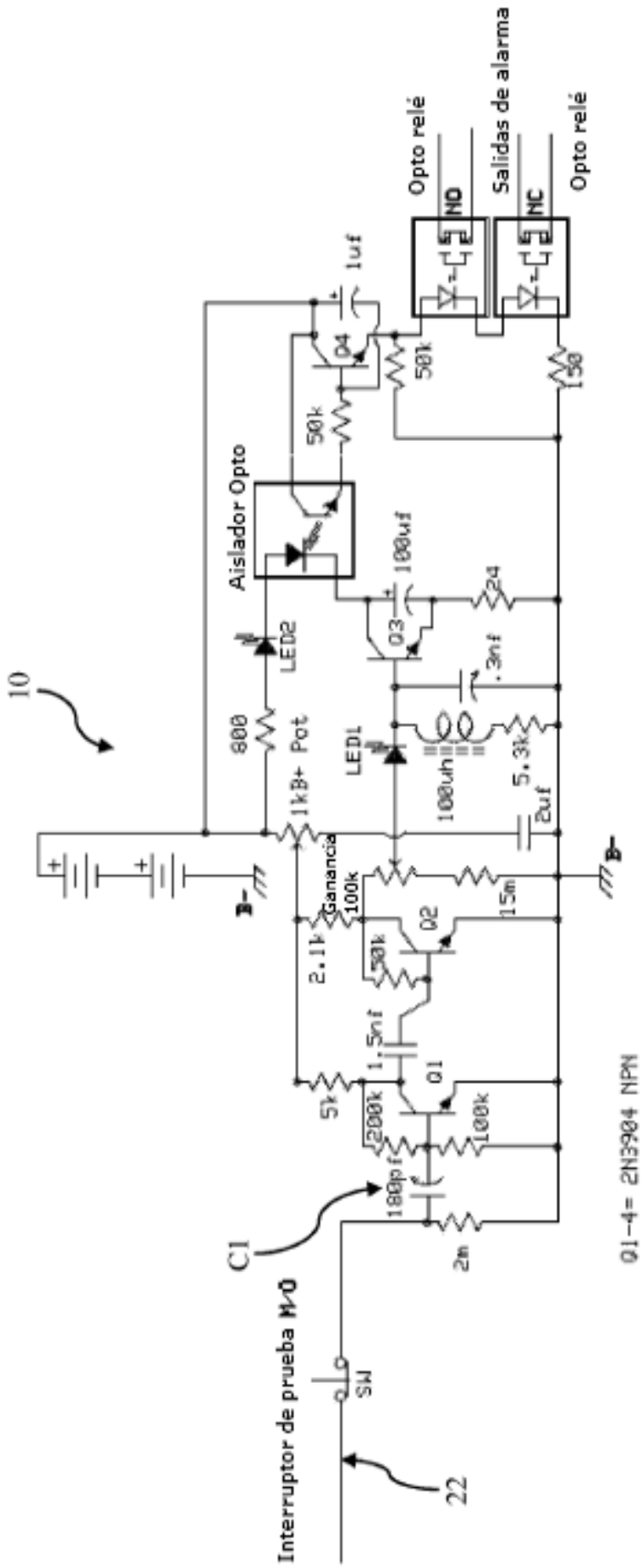


Fig. 2

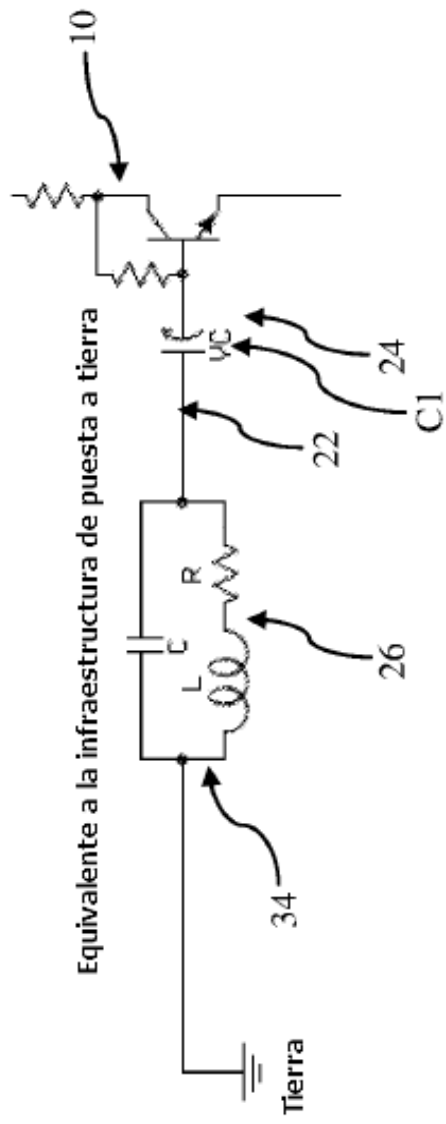
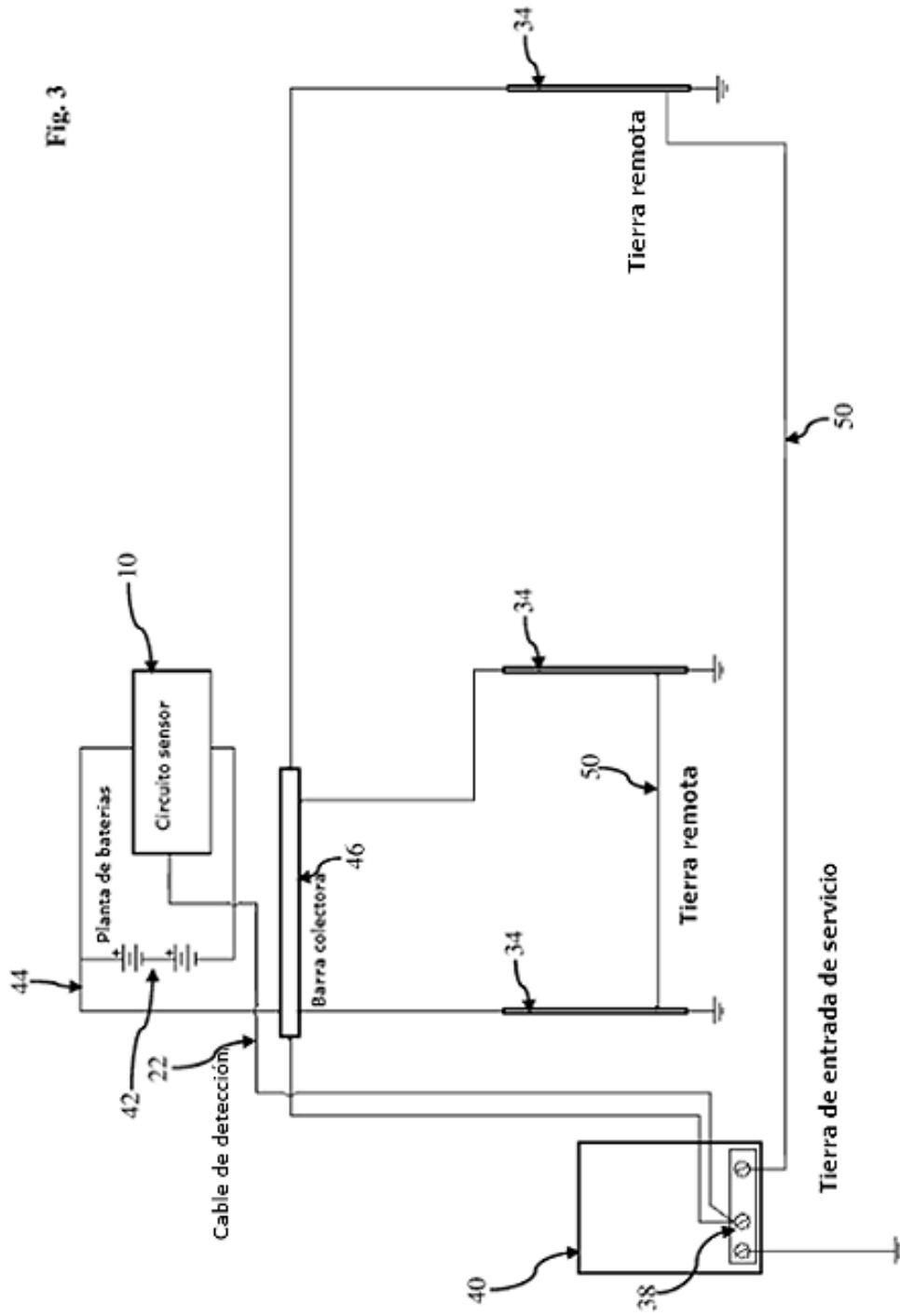
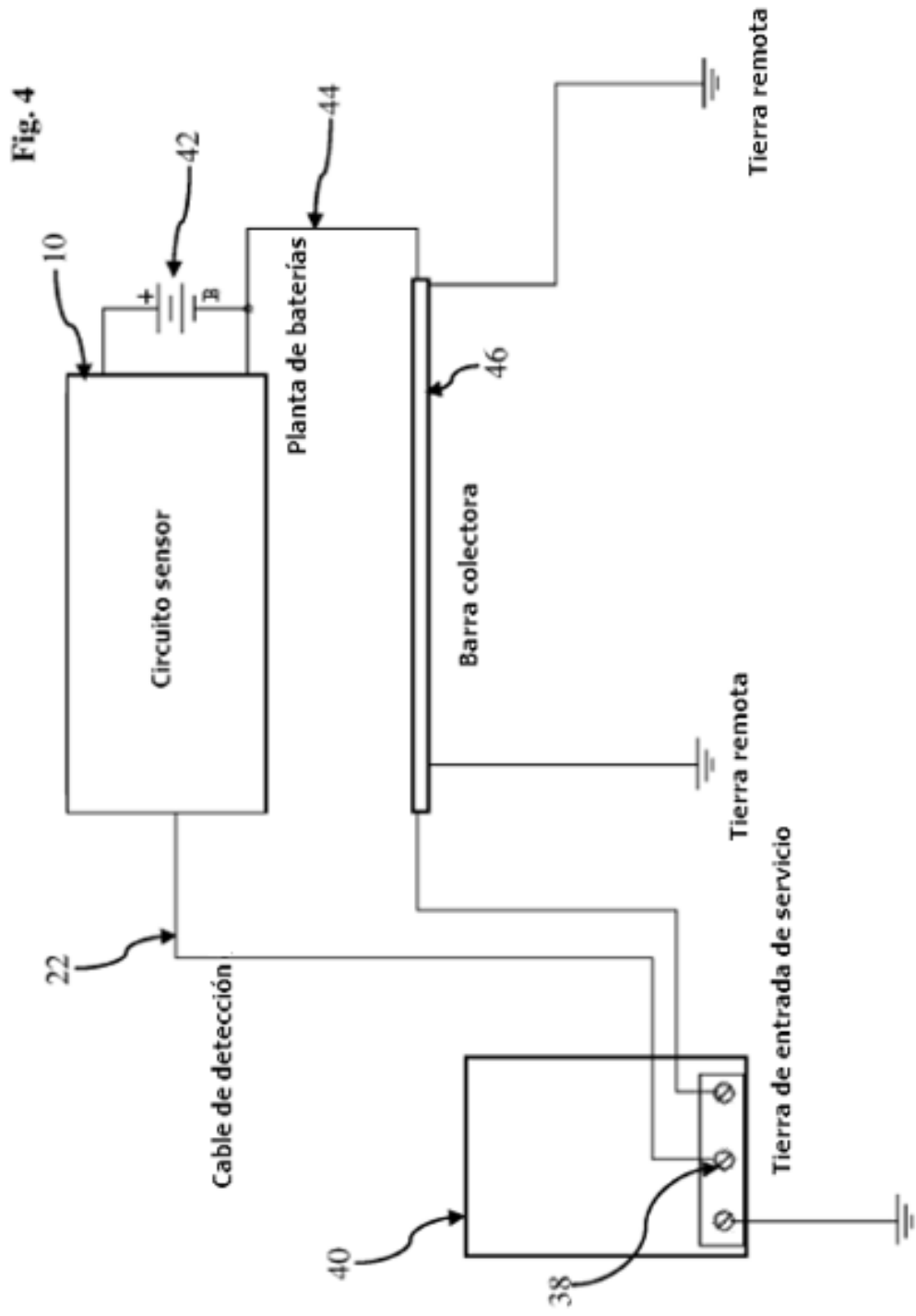


Fig. 3







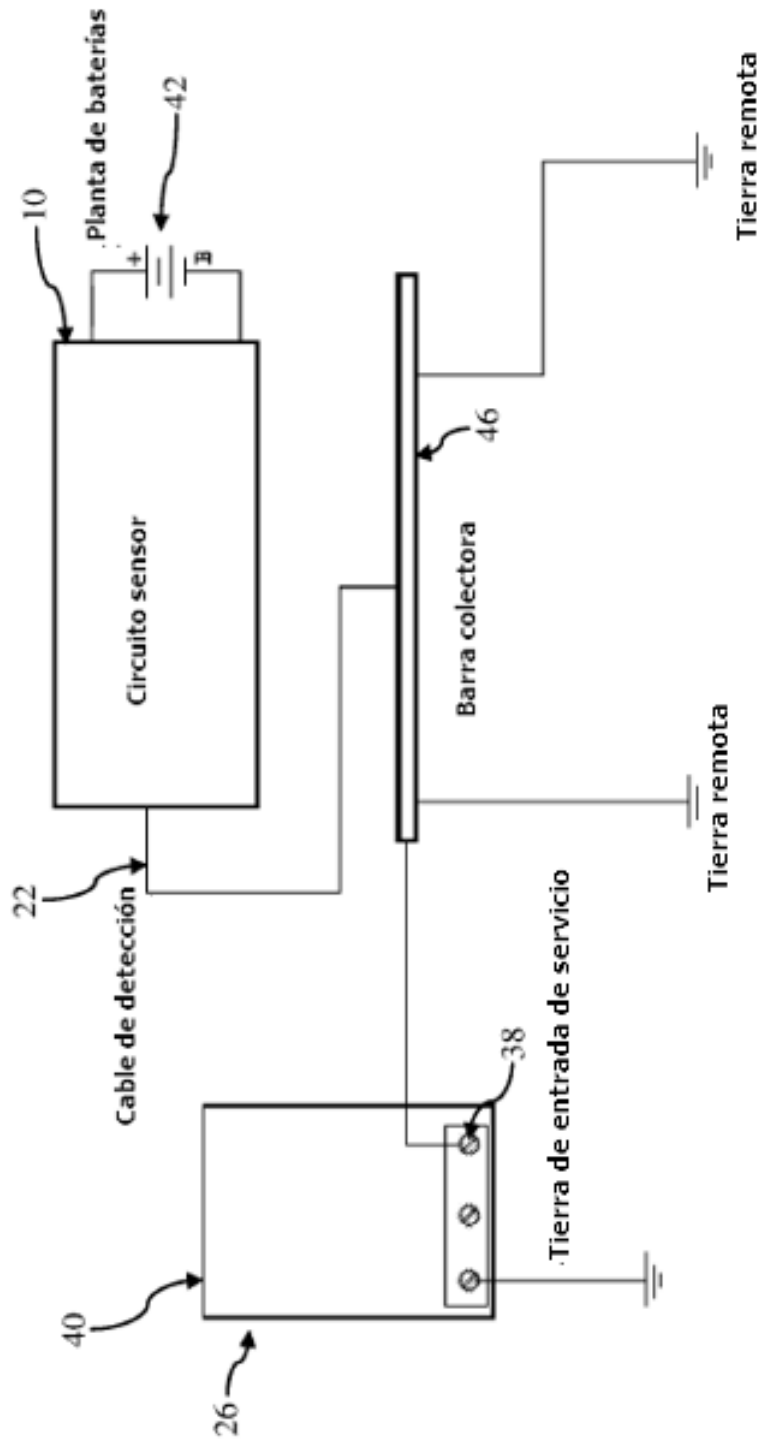
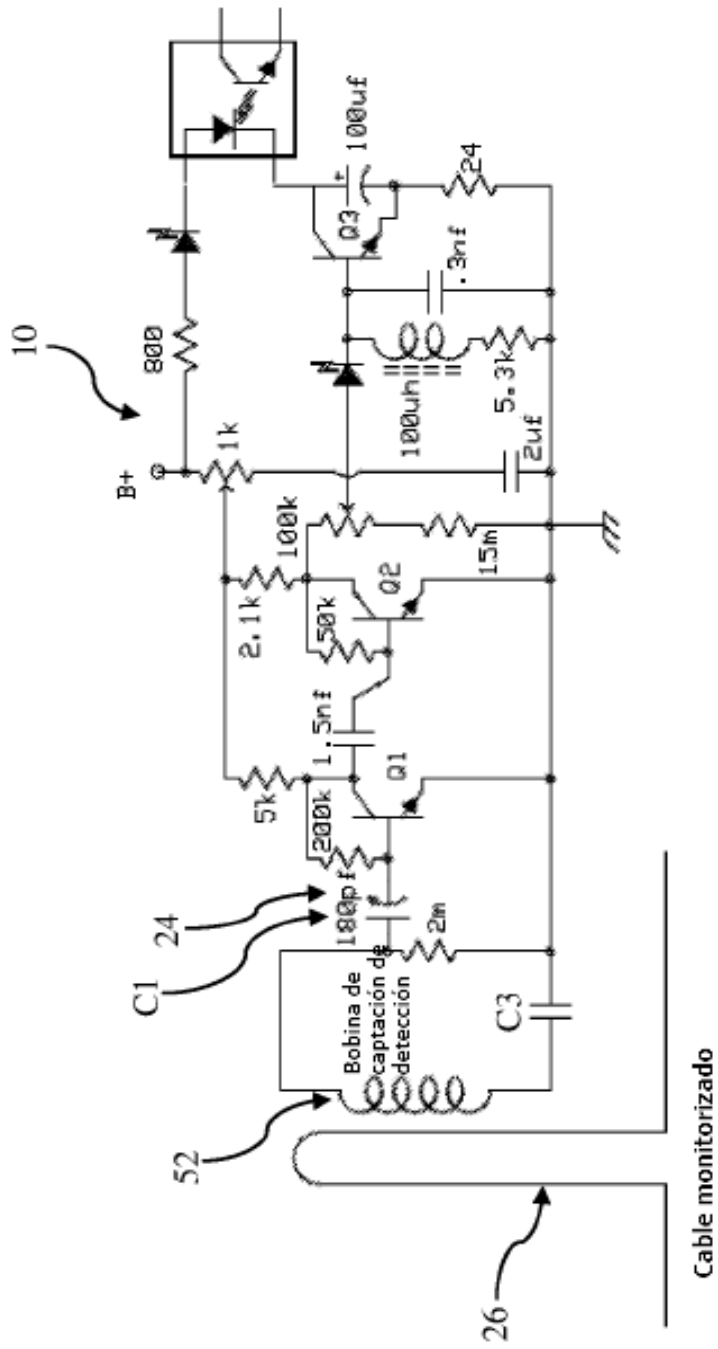


Fig. 5

Fig. 6



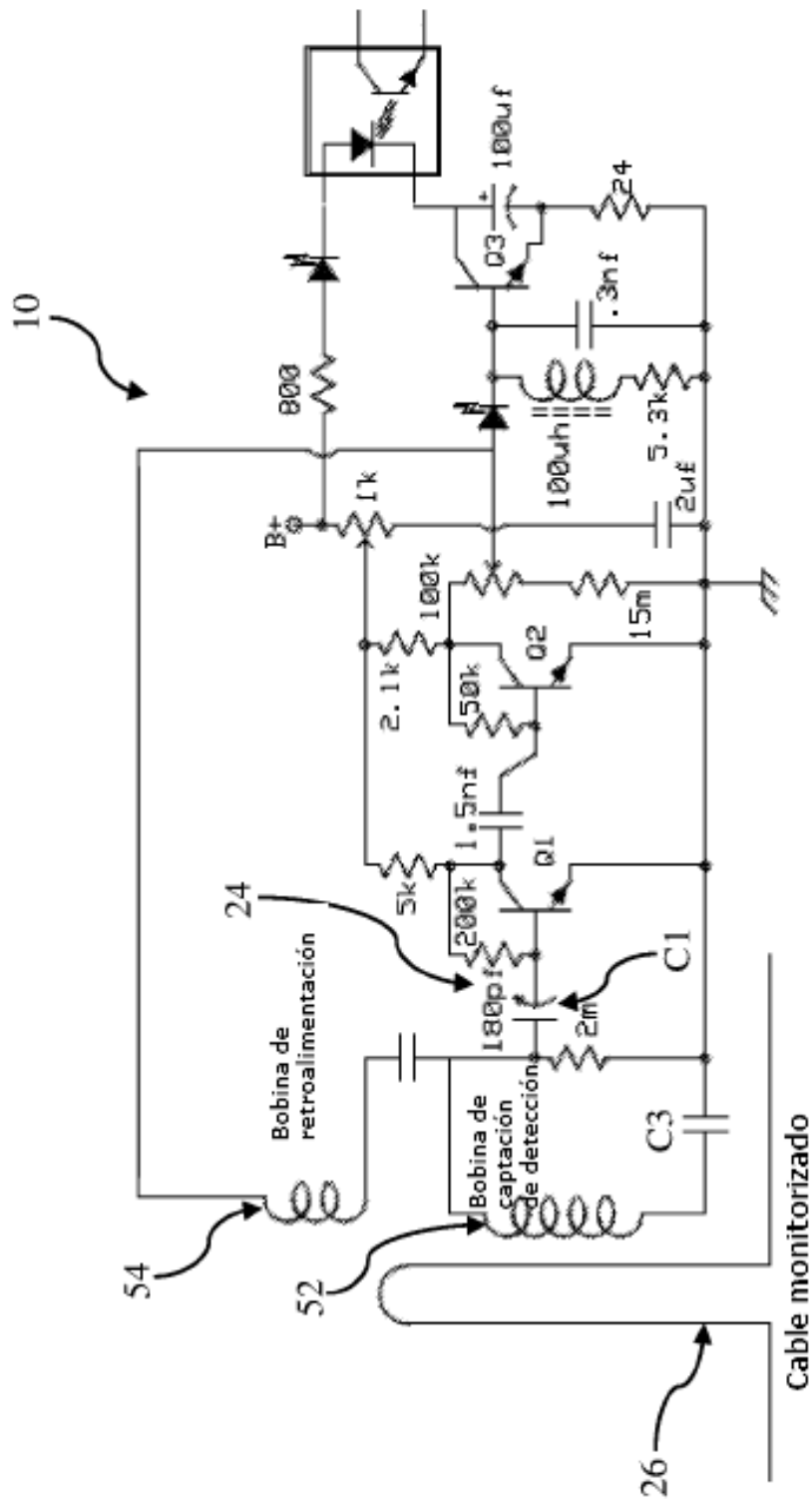


Fig. 7

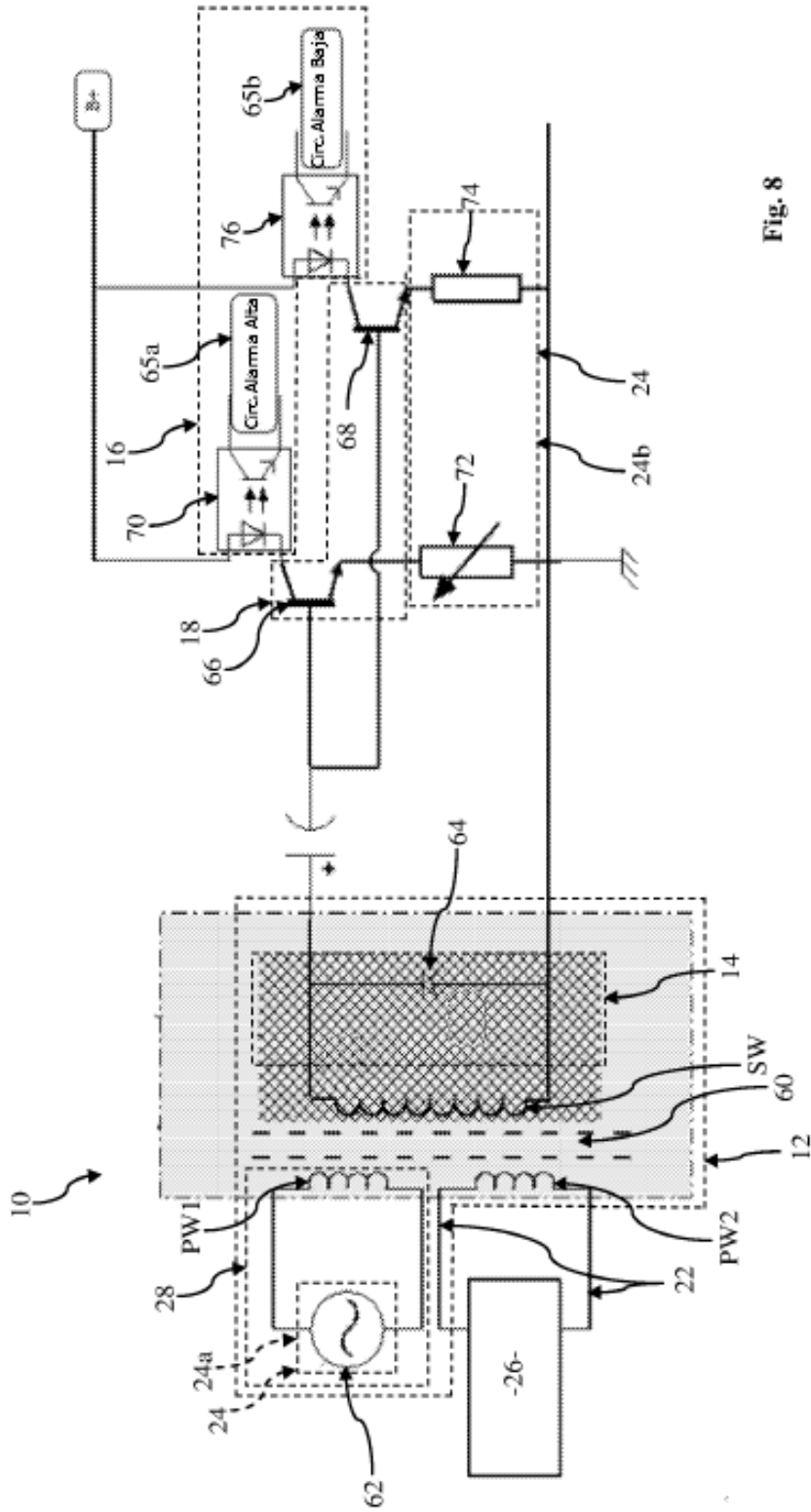


Fig. 8