

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 162**

51 Int. Cl.:

H02H 5/10 (2006.01)
H02H 3/14 (2006.01)
H02H 3/16 (2006.01)
B60L 3/00 (2009.01)
B60L 3/04 (2006.01)
B60L 3/12 (2006.01)
B60L 53/62 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2020** **PCT/GB2020/050387**
87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020** **WO20174217**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2020** **E 20708560 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 3931928**

54 Título: **Control de suministro eléctrico de un aparato**

30 Prioridad:

28.02.2019 GB 201902740

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.08.2024

73 Titular/es:

MYENERGI LTD (100.0%)
Myenergi Pioneer Business Park, Faraday Way
Stallingborough, Lincolnshire DN41 8FF, GB

72 Inventor/es:

SUTTON, LEE ROBERT y
RICHARD, ROBIN LOÏC

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 977 162 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

Control de suministro eléctrico de un aparato

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a aparatos eléctricos y a métodos para controlar un suministro eléctrico a un aparato. En particular, aunque no exclusivamente, se refiere a aparatos y métodos para proteger a los usuarios contra descargas eléctricas continuas debidas a fallos de conexión a tierra neutra en instalaciones eléctricas.

10 El documento CN204391681U divulga un dispositivo de protección contra fugas a tierra.

En muchas instalaciones eléctricas es conveniente que determinadas partes de la instalación estén conectadas a la superficie conductora de la Tierra, por medio de un sistema de puesta a tierra o de conexión a tierra. A menudo, esta toma de conexión a tierra se realiza por motivos de seguridad, aunque también puede ser funcional.

La normativa sobre sistemas de puesta a tierra varía considerablemente de un país a otro. Muchas normativas nacionales siguen de cerca una norma acordada internacionalmente, la I CE 60364. Esta norma distingue tres familias diferentes de disposiciones de puesta a tierra, utilizando los códigos de letras TN, TT e IT.

20 La primera letra de estos códigos indica la conexión entre la toma de conexión a tierra y el generador o transformador de suministro, mientras que la segunda letra indica cómo está conectada a tierra la instalación de consumo a la que se suministra:

25 T = conexión directa a tierra (del francés terre);

N = una conexión neutra proporcionada por la red de suministro; e

I = Aislado.

30 En un sistema de puesta a tierra TN, uno de los puntos del generador o transformador está conectado a tierra, y la instalación del consumidor está conectada a tierra a través de esta misma conexión a tierra. El conductor que se conecta a las partes metálicas expuestas de la instalación eléctrica de un consumidor se denomina cable de "tierra de protección" (o simplemente cable de "tierra"). El conductor que se conecta al generador o transformador se denomina "neutro".

35 Existen tres variantes diferentes de sistemas TN, conocidas como TN-S, TN-C y TN-C-S, que hacen referencia a la forma en que la instalación del consumidor se conecta a la toma de conexión a tierra de suministro, donde:

40 C = conductor de protección combinado de conexión a tierra y neutro; y

S = Conductor de conexión a tierra de protección y conductor neutro separados.

45 La figura 1 ilustra el sistema TN-C-S. En algunos países, este sistema de puesta a tierra puede denominarse, alternativamente, puesta a tierra múltiple de protección (PME), neutro puesto a tierra múltiple (MEN) o neutro puesto a tierra múltiple (MGN).

50 En un sistema de suministro TN-C-S, un generador o transformador de suministro eléctrico de red 3 proporciona un cable de suministro con corriente 4 y un conductor combinado de protección de conexión a tierra y neutro (PEN) 6. El conductor PEN 6 se conecta a tierra en un electrodo de origen 23, y también se conecta a tierra repetidamente en múltiples puntos 24, 26 a lo largo de la longitud del conductor 6. En el límite de la propiedad 1, que es el límite físico entre el cableado de la red de distribución y una instalación residencial o comercial, este conductor combinado de conexión a tierra de protección y neutro (PEN) 6 se divide en un hilo neutro 8 y un hilo de conexión a tierra de protección 10, que están conectados eléctricamente por un enlace 12, en el corte de servicio.

55 Un cliente puede conectar un aparato 2, como un vehículo eléctrico y su cargador, al cable con corriente 4 y al cable neutro 8 para suministrar corriente al aparato. Un cliente también puede conectar el cable de conexión a tierra 10 al aparato 2 para proporcionar protección de puesta a tierra al aparato, por ejemplo, para conectar a tierra un chasis metálico 2a del aparato 2 a potencial de conexión a tierra para que no represente un peligro de descarga para las personas si un fallo eléctrico hace que el cable con corriente 4 se conecte eléctricamente al chasis 2a. Durante el funcionamiento normal, una corriente L 14 fluirá a través del cable con corriente hacia el aparato, y la misma corriente fluirá fuera del aparato como IN 16 y hacia el cable PEN 6. El cable con corriente 4 contiene un fusible o disyuntor 20 que está preparado para interrumpir el circuito si la corriente L supera un valor predeterminado durante un periodo de tiempo predeterminado. También se muestra un dispositivo de corriente residual (RCD) 22 conectado a través del cable con corriente 4 y el cable neutro 8 con el fin de evitar descargas eléctricas en curso mediante la ruptura del cable con corriente 4 si la corriente neutra de retorno IN es diferente (por ejemplo, menor que) la corriente viva de salida I_L .

En un sistema de puesta a tierra TN-C-S puede producirse un fallo de "PEN roto", como se muestra en la figura 2 (también denominado "neutro roto", "neutro abierto" o "PEN de circuito abierto").

En este escenario de fallo, una sección 28 del conductor PEN 6 dentro de la red de distribución está dañada. Dichos daños pueden producirse entre el límite 1 de la instalación del consumidor y el punto o puntos de puesta a tierra 26 más cercanos a la instalación del consumidor. Como resultado de esta sección 28 dañada, hay una vía de retorno inadecuada o nula para que la corriente IN 16 vuelva al generador o transformador de suministro 3 o a tierra. En consecuencia, existe un potencial de tensión entre la tierra verdadera 38 y el enlace 12 y el cable de conexión a tierra 10, provocando que cualquier parte "conectada a tierra" del aparato 2 pase a estar bajo tensión potencialmente con una tensión tan alta como la de la red eléctrica. Si un usuario humano 34 proporciona un camino para que la corriente 18 fluya a través del cable de conexión a tierra 10 hacia la tierra verdadera 38, tocando el exterior conductor 2a del aparato 2 mientras está de pie en el suelo, la corriente 32 fluirá a través del aparato y a través del usuario 34, causando una descarga eléctrica continua al usuario 34 y poniendo al usuario 34 en peligro. El RCD 22 no se disparará, ya que las corrientes de vivo y neutro permanecen equilibradas en el RCD 22. Además, la corriente (y la duración) puede ser lo suficientemente alta como para herir o matar al usuario 34 sin alcanzar el umbral para disparar el fusible o el disyuntor 20.

Aunque las averías peligrosas por rotura del PEN son extremadamente raras, suponen un riesgo mayor cuando el aparato 2 es un vehículo eléctrico situado fuera de las paredes de la vivienda, en comparación con los aparatos situados dentro de la vivienda (donde la conexión equipotencial puede minimizar la amenaza de una descarga). Un vehículo eléctrico, cuando se conecta a un equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE), como un cargador de coche, suele tener una carrocería metálica 2a con toma de conexión a tierra. Esto permite un camino fácil a través de un usuario humano 34, que toca el vehículo, hasta el suelo (por ejemplo, tierra húmeda) en el que está aparcado el vehículo.

La figura 3 muestra un enfoque conocido para proporcionar cierta protección contra este escenario de fallo de "PEN roto". Se crea una toma de conexión a tierra local mediante la instalación de una varilla de toma de conexión a tierra externa 36 que proporciona una toma de conexión a tierra local al consumidor. El cable de toma de conexión a tierra del aparato 10 se conecta entonces a la tierra real mediante la conexión a esta toma de conexión a tierra local del consumidor 36. Esto se conoce en la técnica como sistema de puesta a tierra TT. La EVSE ya no se verá influenciada por fallos en el conductor PEN, ya que ahora tiene su propia referencia de conexión a tierra. Sin embargo, la instalación de estas tierras locales lleva mucho tiempo y es laboriosa. Por lo tanto, puede añadir un coste significativo a la instalación de equipos de suministro de vehículos eléctricos (EVSE).

Otro método consiste en controlar la tensión entre el cable de conexión a tierra de protección y la tierra verdadera; si se detecta una diferencia de tensión peligrosa, el suministro (incluida la tierra de protección) se aísla automáticamente. Sin embargo, esto requiere de nuevo la provisión de un electrodo de conexión a tierra local, lo que no es deseable. Este enfoque se describe, por ejemplo, en el documento GB2373112A.

La presente invención proporciona un enfoque para mitigar el peligro de un fallo de suministro de conexión a tierra, sin requerir una conexión a tierra local (aunque no se excluye la presencia de una conexión a tierra local).

SUMARIO DE LA INVENCION

De un primer aspecto, la invención proporciona un aparato eléctrico según la reivindicación 1.

Desde un segundo aspecto, la invención proporciona un método de control de un suministro eléctrico a un aparato como se reivindica en la reivindicación 15.

De este modo, se verá que, de acuerdo con la invención, un flujo de corriente a lo largo de un conductor de conexión a tierra -como puede ocurrir si una persona toca un aparato conectado a tierra cuando hay un fallo PEN en el suministro eléctrico- provoca la desconexión del aparato del cable de conexión a tierra defectuoso. De este modo, se evita la posibilidad de que la persona sufra una descarga eléctrica continuada del aparato. Además, la invención también garantiza que el aparato no quede conectado a la suministro con corriente después de desconectar la toma de conexión a tierra, evitando así cualquier riesgo de descarga por un fallo eléctrico dentro del aparato, por ejemplo.

Los medios (o el módulo) de desconexión del cable con corriente pueden configurarse además para iniciar la desconexión de un cable neutro del suministro eléctrico al aparato antes o al mismo tiempo que la desconexión de la interfaz de conexión a tierra, por ejemplo, simultáneamente con la desconexión del cable con corriente. Los métodos que realizan la invención pueden comprender la desconexión del aparato de un cable neutro del suministro eléctrico antes o al mismo tiempo que la desconexión del aparato del cable de conexión a tierra.

En algunas realizaciones, los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para iniciar la desconexión de una pluralidad de conductores activos y/o una pluralidad de conductores neutros, que pueden ser conductores de un único suministro eléctrico o de diferentes suministros eléctricos.

El medio de detección de corriente puede ser un sensor de corriente. Puede comprender un transformador de corriente colocado alrededor de un conductor de conexión a tierra conectado eléctricamente a la entrada de conexión a tierra. El conductor de conexión a tierra puede estar situado a lo largo de una trayectoria eléctrica entre la entrada de conexión a tierra y la interfaz de conexión a tierra. El sensor de corriente puede ser sensible a corrientes inferiores a 50 mA, 20 mA o 5 mA. El sensor de corriente puede proporcionar una señal analógica o digital representativa del flujo de corriente a los medios de desconexión del cable de conexión a tierra y/o a los medios de desconexión del cable con corriente, que pueden muestrear o analizar la señal a intervalos regulares o irregulares.

La condición de desconexión del cable de conexión a tierra puede requerir que el flujo de corriente detectado supere un umbral predeterminado, que puede ser un valor comprendido entre 10 mA y 30 mA. El umbral puede ser configurable. La condición de desconexión puede requerir que la corriente detectada fluya en una dirección hacia el aparato, o la condición puede no tener en cuenta la dirección del flujo de corriente. La condición de desconexión puede requerir que el flujo de corriente detectado satisfaga un criterio, como exceder un umbral predeterminado, durante un intervalo de tiempo predeterminado. El intervalo de tiempo puede ser configurable. En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo puede fijarse en cero (es decir, tan corto como sea posible dentro de las limitaciones físicas y eléctricas del aparato).

El medio (o módulo) de desconexión del cable de conexión a tierra puede comprender circuitos de control configurados para determinar cuándo se cumple la condición de desconexión del cable de conexión a tierra. Los medios de desconexión del cable de conexión a tierra pueden comprender circuitos analógicos y/o digitales. Puede incluir un procesador de propósito general, como un microcontrolador, para ejecutar software; sin embargo, esto no es esencial.

Los medios de desconexión del cable con corriente también pueden incluir circuitos de control, que pueden solaparse con los circuitos de control de los medios de desconexión del cable de conexión a tierra.

Los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para iniciar la desconexión del cable con corriente antes de dicha desconexión de la interfaz de conexión a tierra de la entrada de conexión a tierra, por ejemplo, en un intervalo de tiempo fijo o variable antes de que se inicie y/o complete la reconexión del cable con corriente.

En algunas realizaciones, el medio de desconexión del cable con corriente está configurado para iniciar la desconexión del cable con corriente del suministro eléctrico en respuesta a la determinación de que el flujo de corriente detectado a través de la entrada de conexión a tierra satisface la condición de desconexión

del cable de conexión a tierra. Los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para iniciar la desconexión del cable con corriente antes de dicha desconexión de la interfaz de conexión a tierra de la entrada de conexión a tierra, cuando se cumple la condición de desconexión del cable de conexión a tierra. El aparato puede utilizar medios de temporización, como un temporizador analógico o digital, para proporcionar un retardo de tiempo entre la desconexión del cable con corriente y la desconexión de la interfaz de conexión a tierra, una vez que se determina que se cumple la condición de desconexión del cable de conexión a tierra.

En otras realizaciones, los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para iniciar la desconexión del cable con corriente del suministro eléctrico en respuesta a la determinación de que el flujo de corriente detectado a través de la entrada de conexión a tierra satisface una condición de desconexión del cable con corriente, que puede diferir de la condición de desconexión del cable de conexión a tierra. Por ejemplo, la condición de desconexión del cable con corriente puede especificar una corriente umbral más baja y/o un intervalo de tiempo más corto que la condición de desconexión del cable a tierra. De este modo, puede garantizarse que la desconexión del cable con corriente se inicie antes de que la interfaz de conexión a tierra se desconecte de la entrada de conexión a tierra, sin que sea necesario medir un retardo de tiempo explícito.

Los medios de desconexión del cable de conexión a tierra pueden ser un contactor, un actuador, un relé u otro dispositivo de conmutación eléctrica.

El aparato puede estar separado del aparato eléctrico. En este caso, la interfaz de conexión a tierra puede ser una salida de conexión a tierra, para la conexión al aparato. El aparato puede ser o comprender cualquier dispositivo o aparato eléctrico, como un vehículo eléctrico o un equipo de suministro de vehículos eléctricos. En algunas realizaciones, el aparato eléctrico puede ser adecuado para proteger no sólo un único aparato, sino una instalación de cableado, como una casa entera u otra propiedad. En este caso, la instalación de cableado puede estar conectada a la interfaz de conexión a tierra, y el aparato puede estar conectado a la interfaz de conexión a tierra sólo indirectamente, a través de la instalación de cableado.

Alternativamente, el aparato eléctrico puede comprender el electrodoméstico. En otras palabras, el mecanismo de protección puede estar integrado en el aparato. Una parte o la totalidad del aparato eléctrico puede estar contenida en una carcasa del aparato.

En algunas realizaciones, el aparato es o comprende un vehículo eléctrico, o un equipo de suministro de vehículos

eléctricos, como una estación de carga. El equipo de suministro de vehículos eléctricos puede incluir componentes para convertir tensiones y/o circuitos para supervisar la carga de un vehículo eléctrico y/o circuitos de seguridad y/o medios para la medición o facturación.

5 Cuando están completamente integradas en el aparato, las realizaciones de la invención pueden ofrecer un nivel fiable de protección de la seguridad eléctrica, al tiempo que minimizan el coste y el tiempo de instalación. Cuando se implementa como un dispositivo separado, para su instalación parcial o totalmente externa a un aparato, se puede proporcionar el mismo nivel de protección de seguridad eléctrica para el aparato, pero potencialmente con algunos costes de instalación adicionales, aunque idealmente todavía menos que tener que instalar una varilla de conductor de conexión a tierra.

El aparato puede comprender una superficie exterior conductora que puede estar conectada a la interfaz de conexión a tierra cuando el aparato está conectado a la interfaz de conexión a tierra.

15 El aparato eléctrico puede comprender medios de reconexión, como circuitos de reconexión, para volver a conectar la interfaz de conexión a tierra a la entrada de conexión a tierra, y/o para iniciar la reconexión del cable con corriente al aparato. Los medios de reconexión pueden estar configurados para volver a conectar la interfaz de conexión a tierra a la entrada de conexión a tierra antes de iniciar la reconexión del cable con corriente al aparato, por ejemplo, en un intervalo de tiempo fijo o variable antes de iniciar y/o completar la reconexión del cable con corriente. De este modo se puede garantizar que se establezca una conexión a tierra antes de aplicar tensión de suministro al aparato. Los medios de reconexión también pueden volver a conectar un cable neutro de suministro al aparato. Los medios de reconexión pueden incluir una interfaz de usuario para iniciar la reconexión, como un pulsador manual, un relé, un actuador o un conmutador. Los métodos que encarnan la invención pueden comprender primero la reconexión del aparato al cable de conexión a tierra del suministro eléctrico y posteriormente la reconexión del aparato al cable de corriente del suministro eléctrico (por ejemplo, después de un intervalo de tiempo fijo o variable).

El aparato puede incluir un enclavamiento para impedir que el cable con corriente se conecte al aparato mientras la interfaz de conexión a tierra esté desconectada de la entrada de conexión a tierra. El enclavamiento puede incluir un conmutador de puesta a tierra (por ejemplo, un contactor bipolar), conectado entre la entrada de puesta a tierra y la interfaz de puesta a tierra, y dispuesto para transmitir una señal de control que provoque que el conmutador del cable con corriente (por ejemplo, otro contactor) se cierre sólo cuando el conmutador de puesta a tierra esté cerrado.

En algunas realizaciones, un conductor con corriente puede atravesar el aparato eléctrico.

El aparato eléctrico puede incluir una entrada con corriente para la conexión a un cable con corriente del suministro eléctrico procedente de la red de distribución. Puede comprender una interfaz en directo para proporcionar una conexión en directo desde la entrada con corriente al aparato. Los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para desconectar la interfaz con corriente de la entrada con corriente. Puede consistir en un contactor accionado eléctricamente, un actuador, un relé u otro dispositivo de conmutación eléctrica. Cualquiera de estas características puede aplicarse también a un conductor neutro.

En otras realizaciones, los medios de desconexión del cable con corriente pueden estar configurados para transmitir una señal analógica o digital a un aparato de control independiente, que no forma parte del aparato eléctrico. El aparato de control independiente podría ser, por ejemplo, un equipo de suministro de vehículos eléctricos preinstalado, al que se está adaptando el aparato electrónico para mejorar su seguridad eléctrica. La señal analógica o digital puede ordenar al aparato de control independiente que desconecte el aparato del cable de corriente y/o de un cable neutro del suministro eléctrico.

En otras realizaciones, los medios de desconexión del cable con corriente pueden comprender un accionador mecánico para accionar un conmutador o medio de conmutación, que no forma parte del aparato eléctrico, para desconectar el cable con corriente y/o un cable neutro del suministro eléctrico. Los medios de conmutación pueden consistir en un contactor accionado eléctricamente, un actuador, un relé u otro dispositivo de conmutación eléctrica. Puede consistir en un disyuntor en miniatura (MCB) o un dispositivo de corriente residual (RCD). El actuador mecánico puede ser una derivación controlada electrónicamente.

El aparato eléctrico puede estar configurado para emitir una señal visual o acústica (por ejemplo, un mensaje en una pantalla) cuando se cumple la condición de desconexión del cable de conexión a tierra. De este modo, se puede alertar al usuario de un posible fallo del PEN en el suministro.

El aparato eléctrico puede conectarse al cable de conexión a tierra de un conductor de protección de conexión a tierra y neutro (PEN) de un suministro eléctrico TN-C-S.

Aunque la desconexión oportuna del cable con corriente será importante en muchas realizaciones, puede haber situaciones en las que esto no sea esencial. Así, desde otro aspecto, la invención proporciona un aparato eléctrico que comprende:

una entrada de conexión a tierra para la conexión a un cable de conexión a tierra de un suministro eléctrico procedente

de una red de distribución;

una interfaz de conexión a tierra para proporcionar una conexión de conexión a tierra desde la entrada de conexión a tierra a un aparato;

medios de detección de corriente para detectar un flujo de corriente a través de la entrada de conexión a tierra; y medios de desconexión del cable de conexión a tierra para desconectar la interfaz de conexión a tierra de la entrada de conexión a tierra cuando un flujo de corriente detectado a través de la entrada de conexión a tierra satisface una condición de desconexión del cable de conexión a tierra.

De otro aspecto, la invención proporciona un método de control de un suministro eléctrico a un aparato, que comprende:

detectar un flujo de corriente a través de un conductor de conexión a tierra conectado entre un cable de conexión a tierra, de un suministro eléctrico procedente de una red de distribución, y un aparato; y

determinar que el flujo de corriente detectado satisface una condición de desconexión del cable de conexión a tierra y, en respuesta, desconectar el aparato del cable de conexión a tierra del suministro eléctrico.

Las características divulgadas en el presente documento con referencia a los aspectos anteriores pueden ser también características opcionales de las realizaciones de estos aspectos. En particular, el aparato puede comprender EVSE, y puede estar incorporado con el aparato eléctrico o separado del aparato eléctrico.

Se apreciará que las referencias a una "conexión" en el presente documento pueden referirse a una conexión eléctrica, que puede ser indirecta a través de uno o más conductores eléctricos, y no implica necesariamente una conexión o acoplamiento físico directo. También se entenderá que las referencias en el presente documento a un "cable" o "conductor" no se limitan a una única longitud física de cable u otro conductor eléctrico, sino que pueden abarcar una pluralidad de conductores eléctricos conectados de extremo a extremo y/o en paralelo, potencialmente con componentes pasivos o activos, como fusibles, transformadores, etc., a lo largo de su recorrido.

Las características de cualquier aspecto o realización descritos en el presente documento pueden aplicarse, en su caso, a cualquier otro aspecto o realización descritos en el presente documento. Cuando se haga referencia a diferentes realizaciones o conjuntos de realizaciones, debe entenderse que no son necesariamente distintas, sino que pueden solaparse.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán ciertas realizaciones preferidas de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un suministro TN-C-S monofásico convencional a una instalación de consumo.

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un suministro TN-C-S convencional a una instalación de consumo en la que existe un fallo de "PEN roto".

La figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un enfoque convencional para mitigar un fallo de "PEN roto", en el que una instalación de consumo está provista de una toma de conexión a tierra independiente.

Las figuras 4a, 4b y 4c son diagramas esquemáticos que muestran tres etapas diferentes en el funcionamiento del aparato que realiza la presente invención.

La figura 5 es un diagrama esquemático que muestra un equipo convencional de suministro de vehículos eléctricos (EVSE).

La figura 6 es un diagrama esquemático que muestra una realización de la presente invención en la que un dispositivo de protección contra descargas eléctricas está integrado en un equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE).

La figura 7 es un diagrama esquemático que muestra una variante de realización que incluye un mecanismo de enclavamiento.

La figura 8 es un diagrama esquemático que muestra otra variante de realización, en la que la unidad de control está conectada a una fuente de suministro protegida.

La figura 9 es un diagrama esquemático que muestra una realización alternativa en la que un dispositivo de protección contra descargas eléctricas es una unidad independiente que puede acoplarse a un EVSE.

La figura 10 es un diagrama esquemático que muestra una variante de realización en la que el dispositivo de protección contra descargas eléctricas incluye un dispositivo de anulación.

- 5 La figura 11 es un diagrama esquemático que muestra una variante de realización, en la que se incluyen conmutadores adicionales en los cables vivos y neutros, controlados por el dispositivo de protección.

10 La figura 12 es un diagrama esquemático que muestra una realización alternativa en la que un dispositivo de protección contra descargas eléctricas se incluye dentro de una instalación eléctrica como un dispositivo separado aguas arriba de un EVSE a proteger.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 En las figuras, se han utilizado números de referencia similares para elementos similares.

Las figuras 4a-4c muestran un aparato eléctrico que realiza la presente invención, en tres estados que pueden ocurrir en uso. El aparato protege al usuario en caso de fallo del "PEN roto", al tiempo que supera las deficiencias de los enfoques conocidos sobre esta cuestión.

20 La figura 4a muestra un sistema de suministro eléctrica TN-C-S, como ya se ha descrito con referencia a la figura 1, pero ahora conectado a un aparato 2' que realiza la invención. El aparato 2' contiene un conmutador con corriente 42, un conmutador de neutro 44 y un conmutador de conexión a tierra 48. Cuando el aparato 2' está conectado al suministro, un cable con corriente 4 del suministro entra en el aparato 2' por una entrada de corriente 4a, un cable neutro 6 del suministro entra en el aparato 2' por una entrada neutra 6a, y un cable de conexión a tierra de protección 10 del suministro entra en el aparato 2' por una entrada de conexión a tierra 10a. Todas estas entradas pueden estar situadas en un enchufe o clavija extraíble del aparato 2', o bien el aparato 2' puede estar conectado permanentemente de manera que cada entrada 4a, 6a, 10a sea una conexión fija entre dos conductores, o bien sea un punto nodal a lo largo de un conductor continuo (por ejemplo, adyacente a una abertura en una carcasa del aparato 2'). El conmutador de corriente 42 está conectado al cable con corriente 4, el conmutador neutro 44 está conectado al cable neutro 8 y el conmutador de conexión a tierra 48 está conectado al cable de conexión a tierra de protección 10. El conmutador de conexión a tierra 48 está situado entre la entrada de puesta a tierra 10a y el chasis puesto a tierra 2a' del aparato 2'.

35 El aparato 2' también incluye un sensor de corriente 40, situado alrededor de un conductor de conexión a tierra 10b dentro del aparato 2'. De este modo, el sensor de corriente está situado a lo largo de una trayectoria entre la entrada de conexión a tierra 10a y la carcasa exterior 2a' del aparato 2', cuando el conmutador de conexión a tierra 48 está cerrado, y puede detectar la corriente que fluye a través de la entrada de conexión a tierra 10a desde el cable de conexión a tierra de protección 10.

40 La figura 4a muestra el aparato 2' conectado al suministro, en una situación en la que no hay ningún fallo de "PEN cortado".

45 La figura 4b ilustra una situación en la que hay una sección dañada 28 en el conductor PEN 6 y un usuario 34 toca la carcasa "conectada a tierra" 2a' del aparato 2'. Como se describe con referencia a la figura 2, el fallo PEN provoca un flujo de corriente IPE 18 a través del cable de conexión a tierra de protección 10 y, por lo tanto, una corriente 32 fluye brevemente a través del usuario 34 que está conectado a tierra verdadera 38 y está en contacto con la carcasa exterior 2a' del aparato 2'. Sin embargo, a diferencia del aparato convencional 2 de la figura 2, el presente aparato 2' evita que el usuario 34 reciba una peligrosa descarga eléctrica continua debido al fallo. En particular, la situación mostrada en la figura 4b, en la que la corriente 32 fluye a través del usuario 34, persiste sólo momentáneamente. Antes de que pueda fluir una cantidad peligrosa de carga a través del usuario 34, el aparato 2' pasa al estado mostrado en la figura 4c.

50 La figura 4c muestra un estado en el que se ha evitado que el usuario 34 reciba una descarga eléctrica. En el escenario de fallo de PEN roto, la corriente 18, mostrada en la figura 4b, fluye brevemente a través del sensor de corriente 40. El sensor de corriente 40 está conectado a unos circuitos (por ejemplo, un microcontrolador) que controlan los conmutadores de corriente, neutro y tierra 42, 44 y 48, de tal manera que, cuando la corriente supera un umbral predeterminado, opcionalmente durante un periodo de tiempo predeterminado, se abren todos los conmutadores 42, 44 y 48, desconectando así la suministro del aparato y evitando una descarga continua al usuario. Preferiblemente, el cable con corriente 4 y el cable neutro 8 se desconectan antes que el cable de conexión a tierra 10, por ejemplo, con un retardo de tiempo predeterminado entre las desconexiones.

55 Como se han abierto los conmutadores de conexión a tierra 48, neutro 44 y con corriente 42, no circula corriente por ninguno de los cables del aparato 2' de la figura 4c y el usuario 34 sólo recibirá una pequeña descarga momentánea. Estos conmutadores 42, 44, 48 aíslan el aparato 2' cuando están abiertos. Cada uno de ellos puede tener una distancia mínima entre contactos, por ejemplo, con una capacidad de aislamiento de 4000 V o más.

El sensor de corriente 40 puede comprender un transformador de corriente que tiene una sensibilidad lineal y una respuesta rápida a corrientes pequeñas (en el rango de 0 mA a 50 mA). Puede tratarse de un dispositivo comercializado como transformador de "corriente cero" o transformador de "corriente con fase cero". El sensor de corriente 40 puede proporcionar una medida cuantitativa o cualitativa de la corriente (analógica o digital) a los circuitos de control, para determinar cuándo la corriente supera el umbral predeterminado.

Si el aparato 2' está situado en el Reino Unido, la red de suministro eléctrico es nominalmente de 230 V, o posiblemente de hasta 400 V debido a que la red es trifásica; por lo tanto, debido al fallo PEN mostrado en la figura 4c, el punto Y del cable neutro 8 podría estar a una tensión nominal de aproximadamente 230 V. Debido al enlace 12, el punto X del cable de conexión a tierra 10 también se elevará, por tanto, a aproximadamente 230 V. En el caso de que el aparato 2' sea un aparato de exterior, por ejemplo, un vehículo eléctrico, la persona 34 mostrada en la figura 4c está de pie en el exterior sobre suelo húmedo y, por lo tanto, está aproximadamente a tierra, es decir, a 0V. Si el conmutador de conexión a tierra 48 no estuviera presente o no estuviera abierto, entonces cualquier exterior conductor 2a' del aparato 2', que puede ser metálico, se elevaría a los mismos 230V que el punto X, y por lo tanto si la persona 34, que está puesta a tierra, tocara el aparato, recibiría una descarga eléctrica muy grande. Sin embargo, dado que el conmutador de conexión a tierra 48 se abre momentáneamente (por ejemplo, en unos pocos milisegundos) tras cualquier contacto, el punto Z del chasis 2a' se aislará rápidamente de la red eléctrica 3, evitando así que una persona que toque el aparato reciba una descarga eléctrica. El conmutador de conexión a tierra 48 puede estar especificado para abrirse en 40 ms o más rápido.

En este caso, el efecto ventajoso de evitar descargas eléctricas continuas perjudiciales para el usuario podría conseguirse abriendo únicamente el conmutador de conexión a tierra 48. Es importante que no sólo el cable de conexión a tierra 10, sino también el cable con corriente 4 y el cable neutro 8 se desconecten en caso de que la corriente en el cable de conexión a tierra 10 supere un umbral, para que el cable de conexión a tierra 10 realice la función normal de una toma de conexión a tierra. Considere, por ejemplo, si un fallo en el cable con corriente 4 diera lugar a que el cable con corriente se conectara directamente a la carcasa 2a' del aparato 2' en uso normal (sin que hubiera ningún fallo PEN roto); entonces una toma de conexión a tierra estándar conduciría este exceso de tensión lejos, de modo que el aparato 2' permanecería conectado a tierra y, por lo tanto, sería seguro tocarlo. Sin embargo, al menos en algunas realizaciones de la presente invención, el sensor de corriente 40 y los circuitos de control asociados (que juntos proporcionan un módulo de detección del estado de la corriente) pueden no distinguir entre corrientes positivas y negativas, de modo que una corriente suficientemente alta en el cable de conexión a tierra, incluso en dirección hacia el conductor PEN 6, provocaría la apertura del conmutador de conexión a tierra 48, de modo que el cable de conexión a tierra 10 dejaría de ser conductor.

En este caso, si sólo se desconectara el cable de conexión a tierra 10, el cable con corriente 4 defectuoso elevaría la tensión de la carcasa exterior 2a' del aparato 2' y, por tanto, pondría en peligro a una persona 34 si tocara el aparato 2'. Por lo tanto, es ventajoso que el aparato 2' esté configurado también para desconectar el cable con corriente 4 y, opcionalmente, para desconectar el cable neutro 8, de modo que el cable de conexión a tierra 10 también realice la función estándar de una toma de conexión a tierra y mantenga el aparato 2' seguro en caso de fallo del cable de corriente.

Preferiblemente, el dispositivo está configurado para que el conmutador de corriente 42 se abra antes que el conmutador de conexión a tierra 48. Opcionalmente, el conmutador de neutro 44 también se abre antes que el conmutador de conexión a tierra 48. Si el cable de conexión a tierra 10 se desconectara primero, con el cable con corriente 4 todavía conectado, entonces podría haber tensión en el chasis 2a', si hubiera un fallo de cableado, ya que el cable con corriente 4 todavía estaría conectado al aparato 2'. Del mismo modo, al restablecer el suministro, el conmutador de conexión a tierra 48 se cierra antes de que se cierren el conmutador de corriente 42 y el conmutador neutro 44. Esta secuencia de aislamiento y restauración puede implementarse con retardos de tiempo, generados por circuitos de hardware, o por medio de uno o más componentes integrados programables o por cualquier otra técnica de ingeniería adecuada. Además, se puede proporcionar un enclavamiento para garantizar que se sigue la secuencia, como se describe con más detalle a continuación.

En un conjunto preferido de realizaciones, el aparato 2' de las figuras 4a-4c puede no ser un único aparato, como un coche eléctrico, sino que puede comprender uno o más componentes, como un equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE) y/o un dispositivo de protección autónomo para el EVSE, cualquiera de los cuales puede implementar principios de la invención, y/o un vehículo eléctrico. A continuación, se describen con más detalle varias realizaciones posibles. No obstante, se entiende que no son exhaustivos.

La figura 5 muestra un equipo estándar de suministro de vehículos eléctricos (EVSE) 53 para cargar un vehículo eléctrico, como un coche familiar. La red eléctrica 3 está conectada al vehículo eléctrico 51, a través del EVSE 53, mediante un cable con corriente 4, un cable neutro 8 y un cable de conexión a tierra de protección 10.

Una unidad de control 50 controla un contactor bipolar 52 (un conmutador controlado eléctricamente) que puede conectar y desconectar simultáneamente el cable de suministro 4 y el cable neutro 8.

Cuando se desea suministrar corriente para cargar el vehículo eléctrico conectado, la unidad de control 50 indica al

contactor 52 que se cierre, y así se inicia la sesión de recarga de la batería del vehículo eléctrico. La señalización puede ser digital o analógica. En un dispositivo de este tipo, conocido en la técnica, no hay protección contra un fallo de "PEN roto", por lo que se requieren costosas contramedidas, como instalar una toma de conexión a tierra local o proporcionar un gran transformador de aislamiento.

La figura 6 muestra un dispositivo EVSE 60 que realiza la presente invención. Además de los componentes descritos con referencia a la figura 5 y mostrados en la figura 6 con los números de referencia correspondientes, el dispositivo EVSE 60 contiene un sensor de corriente 40 y un contactor de conexión a tierra unipolar 54. En la realización de la figura 6, todos estos componentes están incluidos dentro de una carcasa exterior del dispositivo EVSE 60.

La unidad de control 50' del dispositivo EVSE 60 puede depender de la tensión, recibiendo suministro de la red eléctrica 3, o puede ser independiente de la tensión (por ejemplo, alimentada por batería). Puede ser totalmente analógico o incluir lógica digital, como uno o varios microcontroladores o ASIC. La unidad de control 50' y el contactor de puesta a tierra 54 constituyen conjuntamente los medios de desconexión del cable de conexión a tierra descritos anteriormente.

En el caso de que la corriente en el cable de conexión a tierra 10 supere un umbral preestablecido, opcionalmente durante más de un período de tiempo de umbral preestablecido, la unidad de control 50' lo detecta basándose en las mediciones de corriente obtenidas del sensor de corriente 40. La unidad de control 50' envía una señal al contactor bipolar del cable con corriente y neutro 52' para que se abra y deje de suministrar corriente al aparato. La unidad de control 50' y el contactor del cable con corriente y neutro 52' constituyen conjuntamente los medios de desconexión del cable con corriente y neutro descritos anteriormente. La unidad de control 50' también indica al contactor de conexión a tierra 54 que se abra, preferiblemente con un breve retardo después de que se haya abierto el contactor del cable con corriente y neutro 52'.

La figura 7 muestra una variación de la realización de la figura 6. Muchos elementos del dispositivo son los mismos que en la figura 6 y, por lo tanto, están etiquetados con los mismos números de referencia; sin embargo, el dispositivo EVSE 60 de la figura 7 difiere del dispositivo EVSE 60 de la figura 6 en que incluye además un mecanismo de enclavamiento 70. El mecanismo de enclavamiento 70 utiliza un contactor de conexión a tierra bipolar 54, uno de cuyos polos conmuta el cable de conexión a tierra 10, mientras que el otro polo está cableado en serie con la línea de control del contactor con corriente y neutro 52. De este modo, el contactor con corriente y neutro 52 sólo puede cerrarse si el contactor de conexión a tierra 54 ya está cerrado. Esto significa que los cables con corriente y neutro 4, 8 sólo pueden conectarse al vehículo 51 cuando el cable de conexión a tierra 10 ya está conectado al vehículo 51. Esto proporciona una protección a prueba de fallos en caso de un fallo mecánico o eléctrico en la secuencia de conexión normal implementada por el controlador 50'.

La figura 8 muestra otra variante de realización en la que la unidad de control 50' tiene una conexión 80 al cable con corriente 4 y una conexión 82 al cable neutro 8. Esto suministra energía a los circuitos (por ejemplo, procesadores, etc.) de la unidad de control 50' y para el funcionamiento de los contactores 52', 54. Además, la unidad de control 50' está conectada al cable de conexión a tierra 10 mediante una conexión 84, aguas abajo del contactor de conexión a tierra 54 y del sensor de corriente 40. Esta conexión a tierra 84 puede utilizarse para conectar a tierra el dispositivo 60, pero también proporciona una referencia a la unidad de control 50' para supervisar el suministro al vehículo 51. De este modo, la suministro de la unidad de control 50' nunca tendrá una toma de conexión a tierra que se mantenga al potencial vivo en caso de avería del PEN. Para aumentar la seguridad del dispositivo 60 cuando el contactor de conexión a tierra 54 está abierto, las conexiones 80, 82 proporcionan preferiblemente un aislamiento galvánico de la unidad de control 50' del suministro 3, por ejemplo, utilizando un transformador, como un transformador dentro de una fuente de suministro de CA a CC. Este aislamiento puede utilizarse en cualquiera de las realizaciones aquí descritas que alimentan la unidad de control desde la fuente de suministro principal (en lugar de desde una batería independiente, por ejemplo).

La figura 9 muestra una realización alternativa en la que un dispositivo de protección 96 que realiza la invención no está integrado en un dispositivo EVSE (es decir, en la misma carcasa), sino que está conectado a un sistema de suministro eléctrico en el que también está instalado un EVSE 94 independiente. Esta disposición es adecuada para la adaptación a un EVSE 94 preexistente. El EVSE 94 incluye una unidad de control de carga 90, que a su vez controla un contactor con corriente y neutro 52', que controla el suministro vivo y neutro al vehículo 51.

El dispositivo de protección separado 96 incluye una unidad de control de protección 92. Como se ha descrito anteriormente, cuando la corriente en el cable de conexión a tierra 10 supera un valor umbral, la unidad de control de protección 92 provoca que un contactor de conexión a tierra 54 desconecte el cable de conexión a tierra 10 del vehículo 51. En esta realización, cuando la corriente en el cable de conexión a tierra 10 supera el valor umbral, la unidad de control de protección 92 transmite adicionalmente una señal 98 a la unidad de control de carga 90, que hace que la unidad de control de carga 90 abra el contactor del cable con corriente y neutro 52' para que el cable con corriente y el neutro dejen de estar conectados al vehículo 51. La señal 98 puede enviarse a través de una interfaz digital (por ejemplo, USB) o a través de una interfaz analógica. De este modo, la unidad de control de protección 92 también puede controlar el tiempo y el orden de apertura (y cierre) de los contactores 52', 54 como se ha descrito anteriormente.

En la figura 9, el dispositivo de protección 96 está situado entre el EVSE 94 y el vehículo 51. Sin embargo, también podría colocarse entre el EVSE 94 y el suministro 3.

La figura 10 muestra una variación de la realización mostrada en la figura 9. En esta realización, además de los elementos ya descritos con referencia a la figura 9, la unidad de control de protección 92 proporciona un dispositivo físico de anulación 100, en lugar de la señalización eléctrica entre el dispositivo de protección 96 y la EVSE 94. El dispositivo de anulación 100 se instala físicamente dentro del EVSE 94 (por ejemplo, durante un reequipamiento) pero se controla desde el dispositivo de protección 96. Se conecta al contactor del cable con corriente y neutro 52' de la EVSE 94 mediante contactores auxiliares o contactores conectados mecánicamente, por ejemplo, una derivación. En el caso de que la corriente en el cable de conexión a tierra 10 supere un umbral, la unidad de control de protección 92 transmite una señal al dispositivo de anulación 100, que puede anular el control del EVSE del contactor con corriente y neutro 52' para forzar la apertura del contactor 52'. El dispositivo de anulación 100 está configurado para poder anular la unidad de control de carga 90, que normalmente controla los conmutadores de carga, de modo que los conmutadores de los cables de corriente y neutro 4, 8 puedan desconectarse en caso de avería del PEN, y no puedan volver a conectarse hasta que el dispositivo de anulación 100 lo permita. Al igual que antes, la unidad de control de protección 92 puede garantizar que el contactor con corriente y neutro 52' se abra antes de que se abra el contactor de conexión a tierra 54, y se cierre sólo después de que se cierre el contactor de conexión a tierra 54.

La figura 11 muestra una alternativa a la disposición descrita con referencia a la figura 10. En esta realización, una unidad externa independiente 110, que puede ser un conjunto de componentes de carril DIN, se instala entre el suministro 3 y el EVSE 94. La unidad externa 110 contiene un disyuntor en miniatura bipolar (MCB), conectado a la fase y al neutro, y un disparador en derivación 112 para disparar el MCB. El disparador de derivación 112 se controla mediante cables que se extienden desde la unidad de control de protección 92 del dispositivo de protección 96. De este modo, cuando el sensor de corriente 40 detecta una corriente en el cable de conexión a tierra 10 que supera un nivel umbral durante un tiempo umbral, la unidad de control de protección 92 transmite una señal al disparador de derivación 112 de la unidad externa 110, que aísla las alimentaciones de tensión y neutro. Tal realización puede ser atractiva donde no es deseable o imposible interactuar con un EVSE 94 existente como se muestra en la figura 9, o para instalar un dispositivo de anulación 100 como se muestra en la figura 10, ya que no requiere conexiones adicionales a la EVSE 94.

La figura 12 muestra un dispositivo de protección autónomo 120 que realiza la invención. Se conecta eléctricamente aguas arriba de un dispositivo EVSE convencional 94 que se desea proteger. Este dispositivo de protección autónomo 120 proporciona una desconexión en derivación 121 que puede utilizarse para controlar un disyuntor en miniatura (MCB) o un dispositivo de corriente residual (RCD) existente para desconectar el cable con corriente 4 y el cable neutro 8 cuando el sensor de corriente 40 detecta corriente por encima de un nivel umbral en el cable de conexión a tierra 10. Alternativamente, en lugar de controlar un MCB o RCD existente, se puede instalar un contactor externo del cable con corriente y neutro junto con el dispositivo de protección autónomo 120.

Con cualquiera de estas realizaciones, se apreciará que los mismos principios pueden utilizarse para proteger cualquier aparato o dispositivo, no sólo un punto de carga de un equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE), o incluso podrían utilizarse para proteger toda una propiedad u otra instalación de cableado. Por ejemplo, el vehículo eléctrico 51 podría sustituirse por cualquier aparato o dispositivo en las realizaciones descritas anteriormente.

En algunas realizaciones, las condiciones de desconexión pueden ser más complejas que un simple nivel umbral, por ejemplo, dependiendo adicional o alternativamente de una tasa de cambio de corriente, o de uno o más factores.

Se apreciará por los expertos en la materia que la invención se ha ilustrado describiendo una o más realizaciones específicas de la misma, pero no se limita a estas realizaciones; muchas variaciones y modificaciones son posibles, dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato eléctrico que comprende:

5 una entrada de conexión a tierra (10a) para la conexión a un cable de conexión a tierra (10) de un suministro eléctrico procedente de una red de distribución;

una interfaz de conexión a tierra para proporcionar una conexión de conexión a tierra desde la entrada de conexión a tierra (10a) a un aparato (2');
 10

unos medios de detección de corriente (40) para detectar un flujo de corriente a través de la entrada de conexión a tierra (10a);

15 unos medios de desconexión del cable de conexión a tierra (48, 50', 54) para desconectar la interfaz de conexión a tierra de la entrada de conexión a tierra (10a) cuando un flujo de corriente detectado a través de la entrada de conexión a tierra satisface una condición de desconexión del cable de conexión a tierra; y

unos medios de desconexión del cable con corriente (42, 52') para iniciar la desconexión de un cable con corriente (4) del suministro eléctrico del aparato (2') antes o al mismo tiempo que la desconexión de la interfaz de conexión a tierra; y
 20

caracterizado por comprender además un enclavamiento (70) para impedir que el cable con corriente (4) se conecte al aparato (2') a menos que la interfaz de conexión a tierra ya esté conectada a la entrada de conexión a tierra (10a).

25 2. El aparato eléctrico de la reivindicación 1, que comprende un conmutador del cable con corriente (42) para conectar el cable con corriente (4) al aparato (2'), en el que el enclavamiento (70) comprende un conmutador de conexión a tierra (48), entre la entrada de conexión a tierra (10a) y la interfaz de conexión a tierra, y en el que el conmutador de conexión a tierra (48) está dispuesto para permitir que una señal de control, para provocar el cierre del conmutador de cable con corriente (42), pase sólo cuando el conmutador de conexión a tierra (48) está cerrado.
 30

3. El aparato eléctrico de la reivindicación 1 o 2, en el que el aparato (2') es un vehículo eléctrico o es un equipo de suministro de vehículos eléctricos.

35 4. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, en el que la condición de desconexión del cable de conexión a tierra requiere que el flujo de corriente detectado supere un umbral predeterminado.

5. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, en el que los medios de desconexión del cable con corriente (42, 52') están configurados para iniciar la desconexión del cable con corriente (4) del suministro eléctrico en respuesta a la determinación de que el flujo de corriente detectado a través de la entrada de conexión a tierra satisface la condición de desconexión del cable de conexión a tierra.
 40

6. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, configurado para iniciar la desconexión del cable con corriente (4) antes de desconectar la interfaz de conexión a tierra (10a) de la entrada de conexión a tierra (10a).

45 7. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, que comprende medios de reconexión para volver a conectar la interfaz de conexión a tierra a la entrada de conexión a tierra (10a), y para iniciar la reconexión del cable con corriente (4) al aparato, en el que los medios de reconexión están configurados para volver a conectar la interfaz de conexión a tierra a la entrada de conexión a tierra (10a) antes de iniciar la reconexión del cable con corriente al aparato (2').
 50

8. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:

una entrada con corriente (4a) para la conexión a un cable con corriente (4) del suministro eléctrico procedente de la red de distribución; y
 55

una interfaz en directo para proporcionar una conexión en directo desde la entrada con corriente (4a) al aparato (2'),

en el que el medio de desconexión del cable con corriente está configurado para desconectar la interfaz con corriente de la entrada con corriente (4a) antes o al mismo tiempo que la desconexión de la interfaz de conexión a tierra de la entrada de conexión a tierra (10a).
 60

9. El aparato eléctrico de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los medios de desconexión del cable con corriente están configurados para transmitir una señal analógica o digital a un aparato de control separado, que no forma parte del aparato eléctrico, para ordenar al aparato de control separado que desconecte el aparato (2') del cable con corriente del suministro eléctrico.
 65

10. El aparato eléctrico de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los medios de desconexión del cable con corriente (42, 52') comprenden un actuador mecánico para accionar medios de conmutación, que no forman parte del aparato eléctrico, para desconectar el cable con corriente (4) del suministro eléctrico.
- 5 11. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, en el que los medios de desconexión del cable de conexión a tierra comprenden un contactor, actuador o relé accionado eléctricamente.
- 10 12. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, en el que los medios de desconexión del cable a tierra (48, 50', 54) y los medios de desconexión del cable con corriente (42, 52') comprenden circuitos de control configurados para recibir una señal de los medios de detección de corriente y para determinar cuándo la corriente detectada satisface la condición de desconexión del cable a tierra.
- 15 13. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, configurado para emitir una señal visual o audible cuando se cumple la condición de desconexión del cable de conexión a tierra.
- 15 14. El aparato eléctrico de cualquier reivindicación anterior, configurado para conectarse al conductor de conexión a tierra de un conductor de protección de conexión a tierra y neutro (PEN) de un suministro eléctrico TN-C-S
- 20 15. Un método de control de un suministro eléctrico a un aparato, que comprende:
- 20 detectar un flujo de corriente a través de un conductor de conexión a tierra (10b) conectado entre un cable de conexión a tierra (10), de un suministro eléctrico procedente de una red de distribución, y un aparato (2'); y
- 25 determinar que el flujo de corriente detectado satisface una condición de desconexión del cable de conexión a tierra y, en respuesta, desconectar el aparato del cable de conexión a tierra (10) del suministro eléctrico; y
- 25 desconectar el aparato (2') de un cable con corriente (4) de la red eléctrica antes o al mismo tiempo de desconectar el aparato (2') de la toma de conexión a tierra (10); y
- 30 caracterizado por impedir, mediante un enclavamiento (70), que el aparato (2') se conecte a la toma de tensión (4) del suministro eléctrico hasta después de que el aparato (2') se haya conectado a la toma de conexión a tierra (10) del suministro eléctrico.

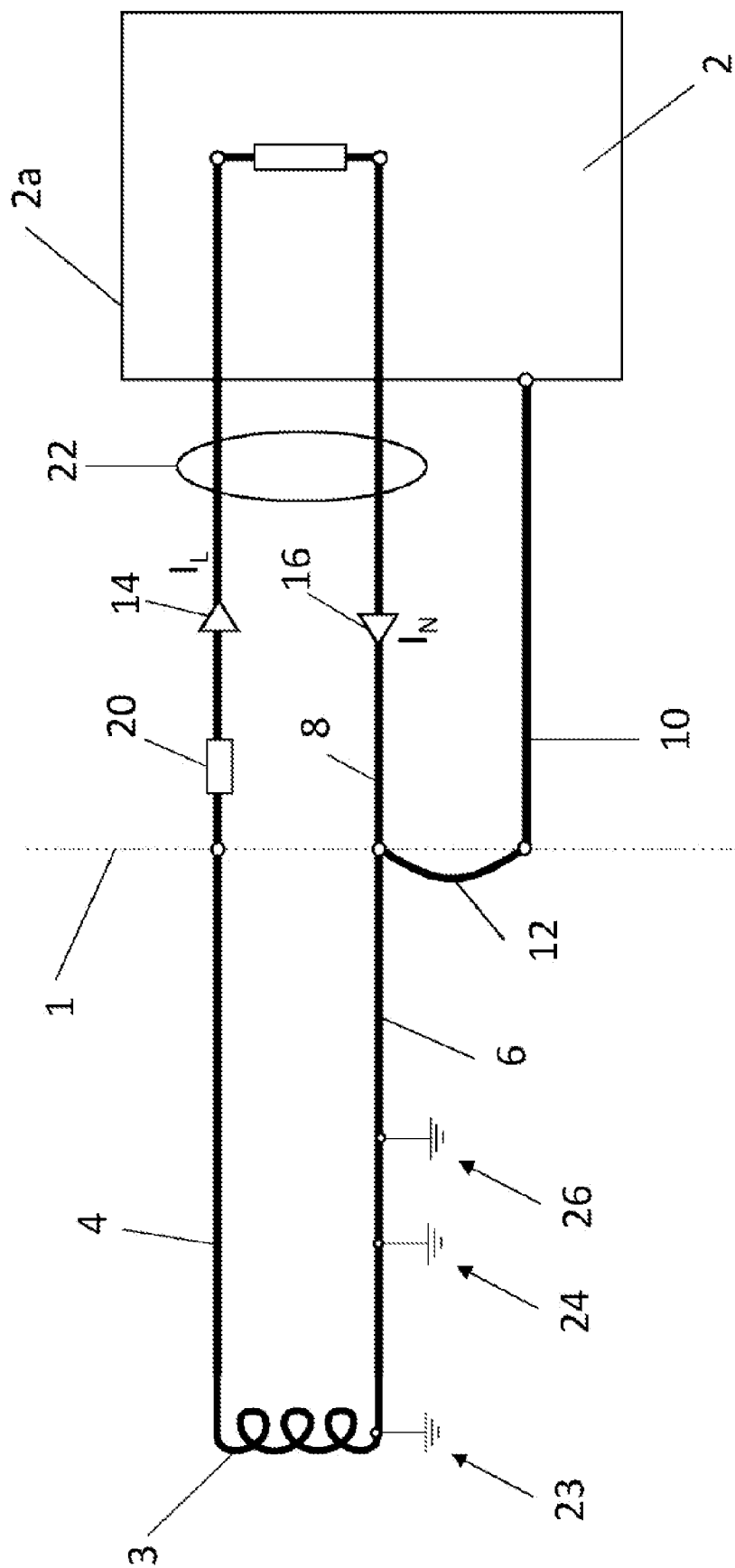


FIG 1
(Técnica anterior)

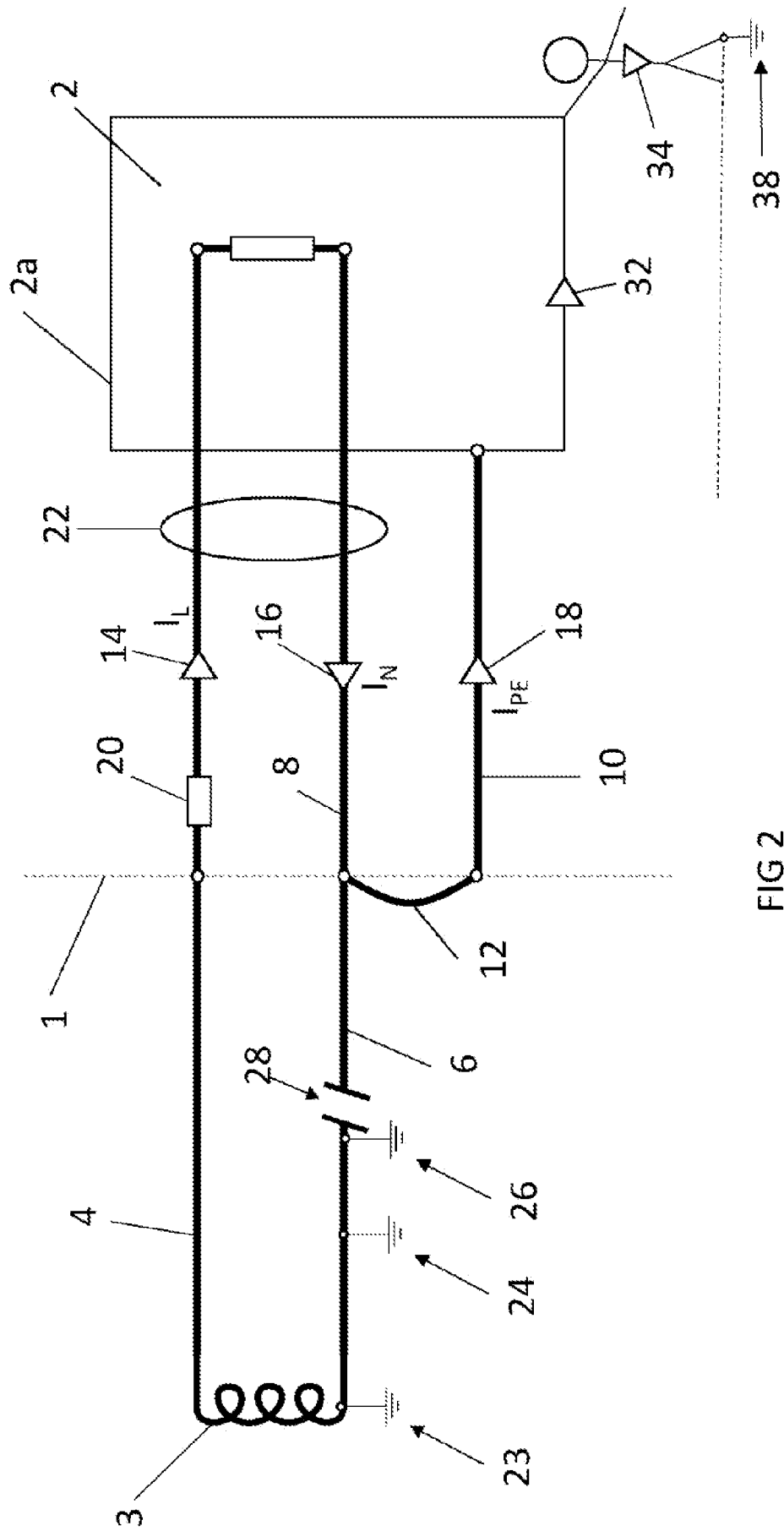


FIG 2
(Técnica anterior)

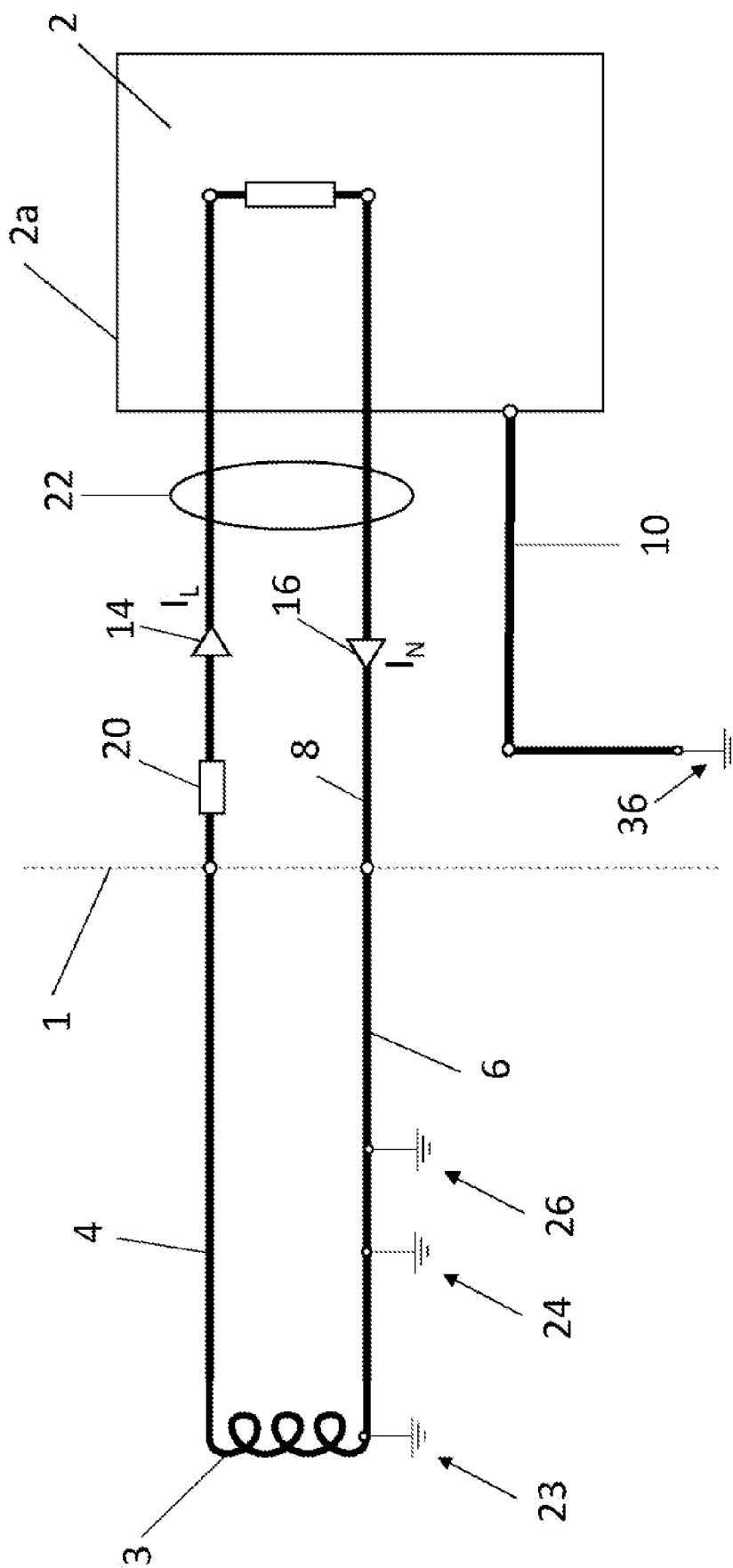


FIG 3
(Técnica anterior)

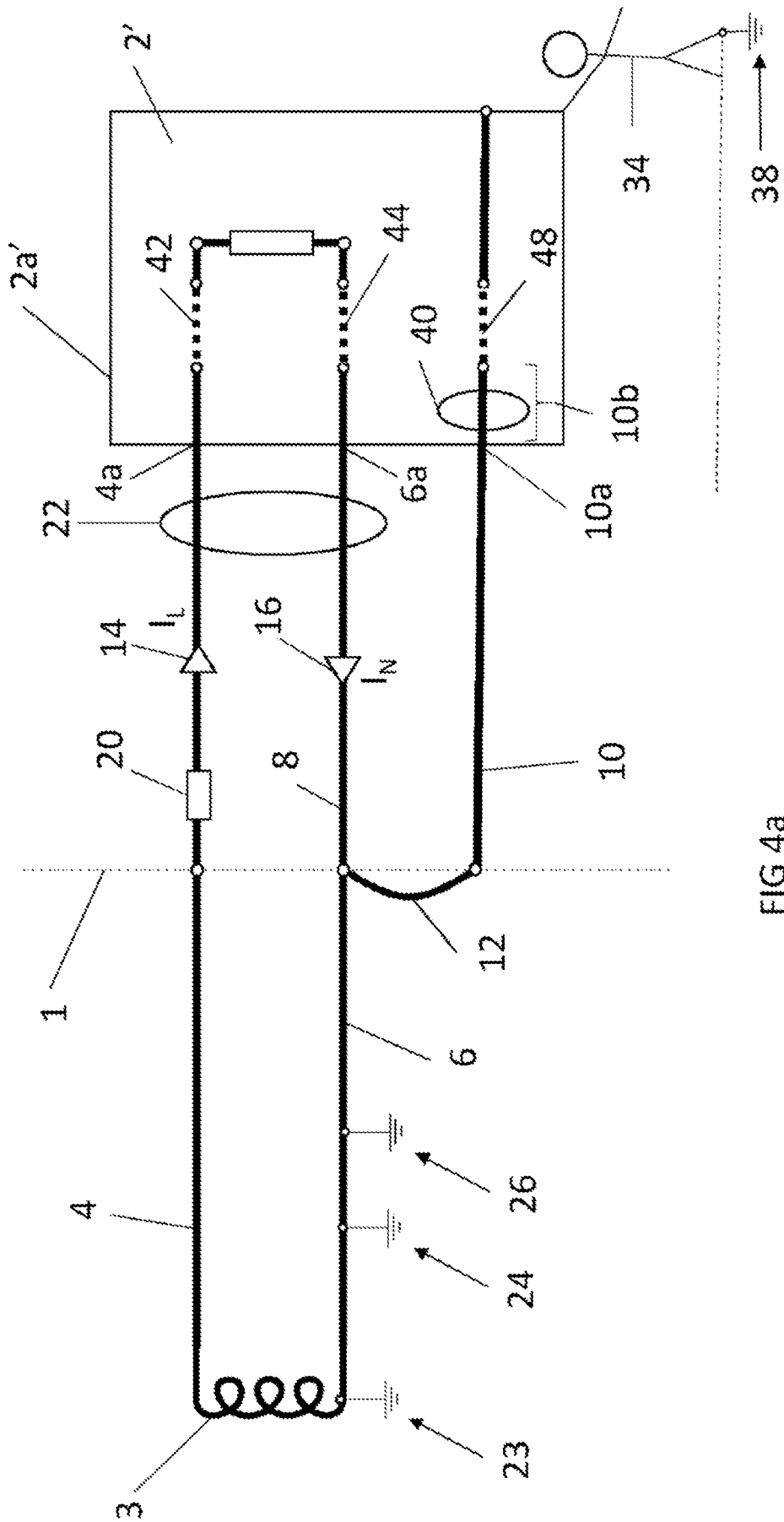


FIG 4a

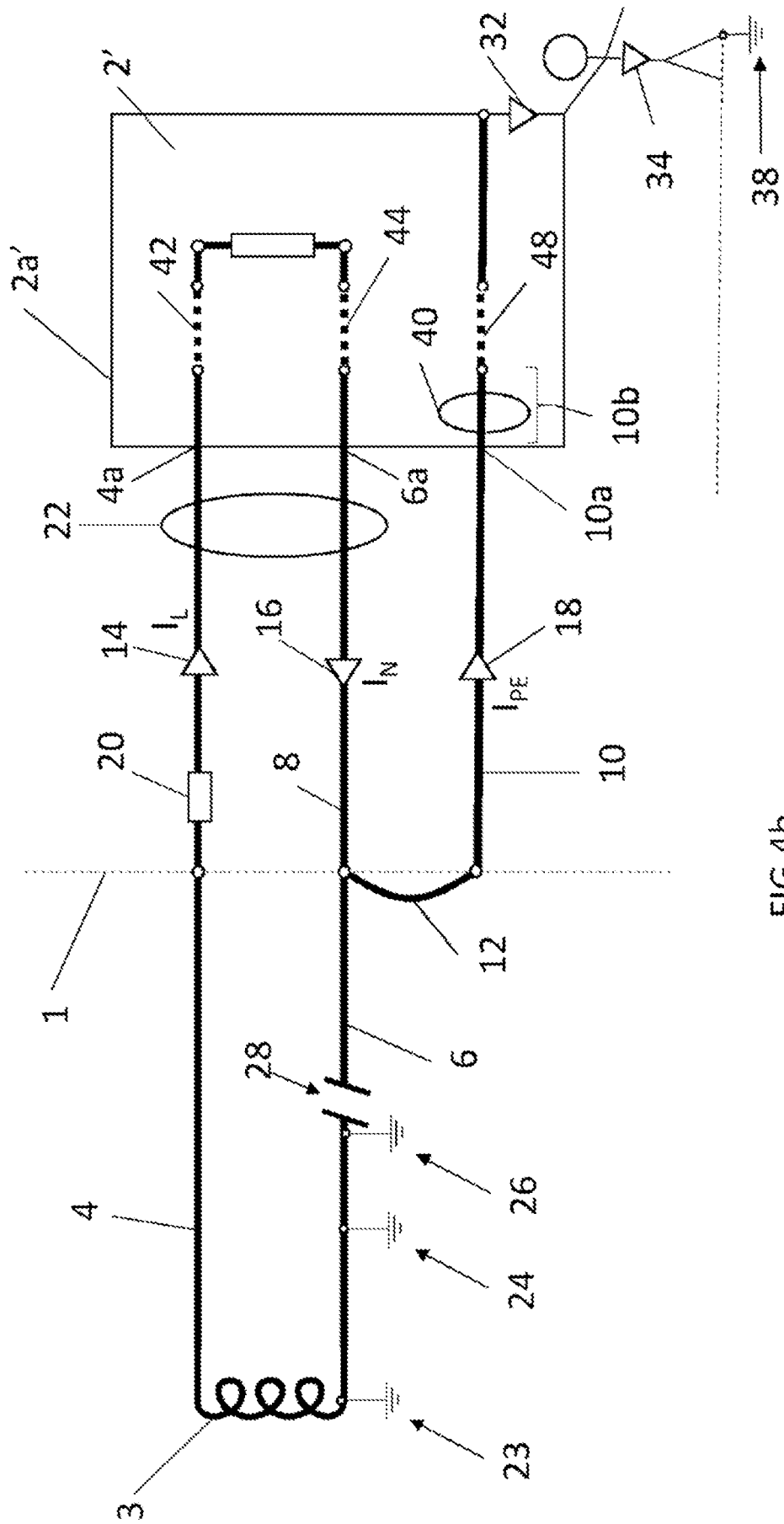


FIG 4b

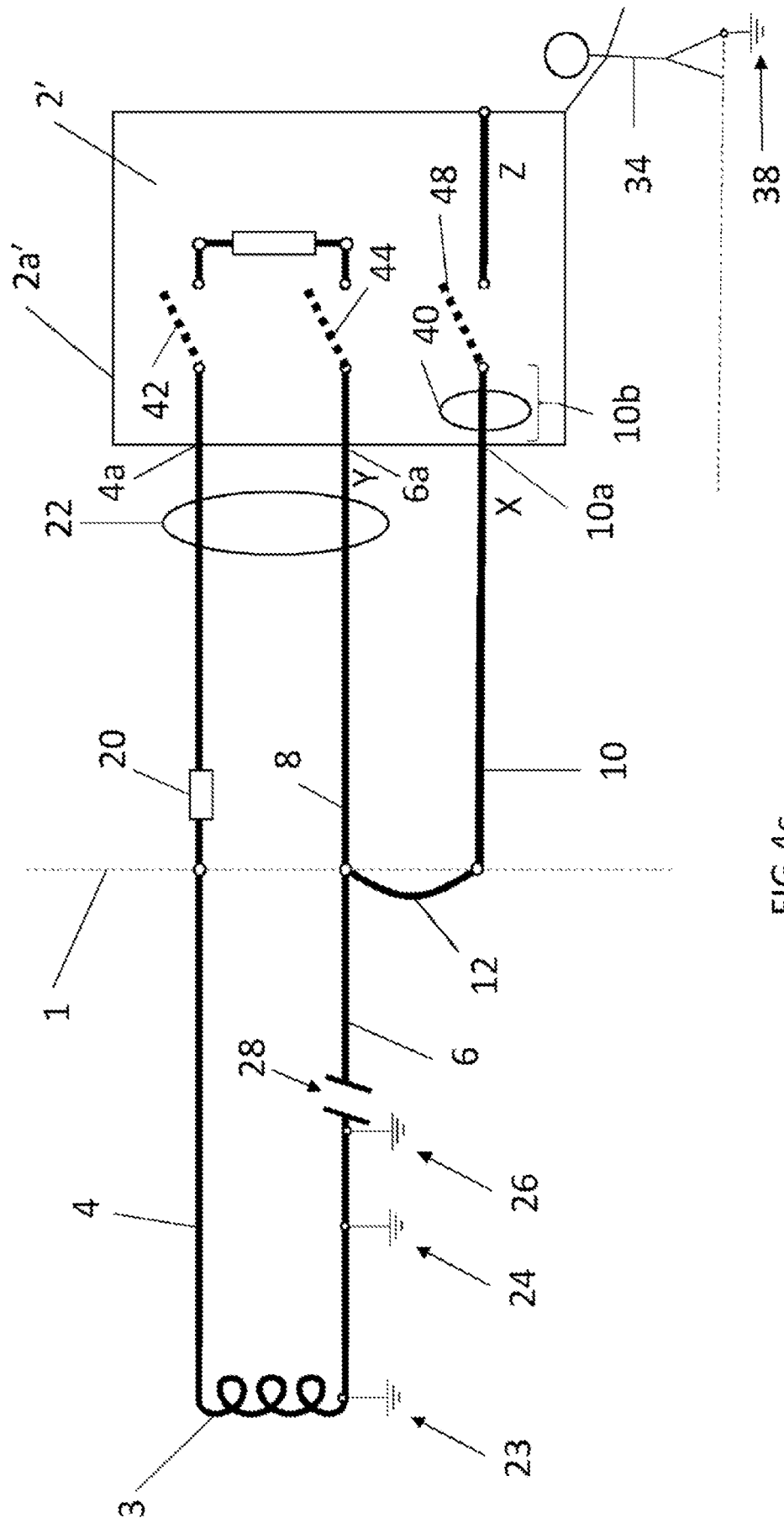


FIG 4c

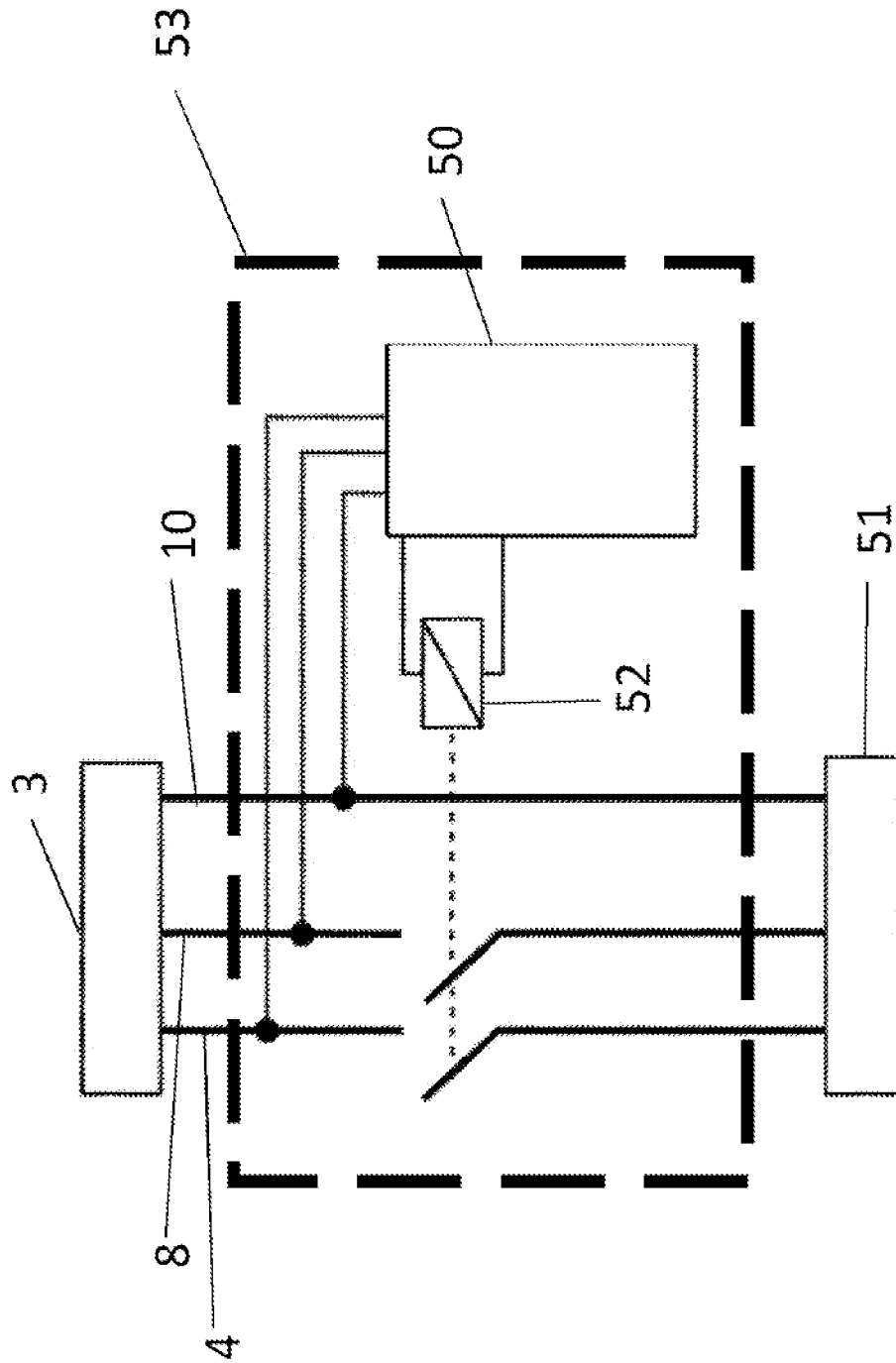


FIG 5
(Técnica anterior)

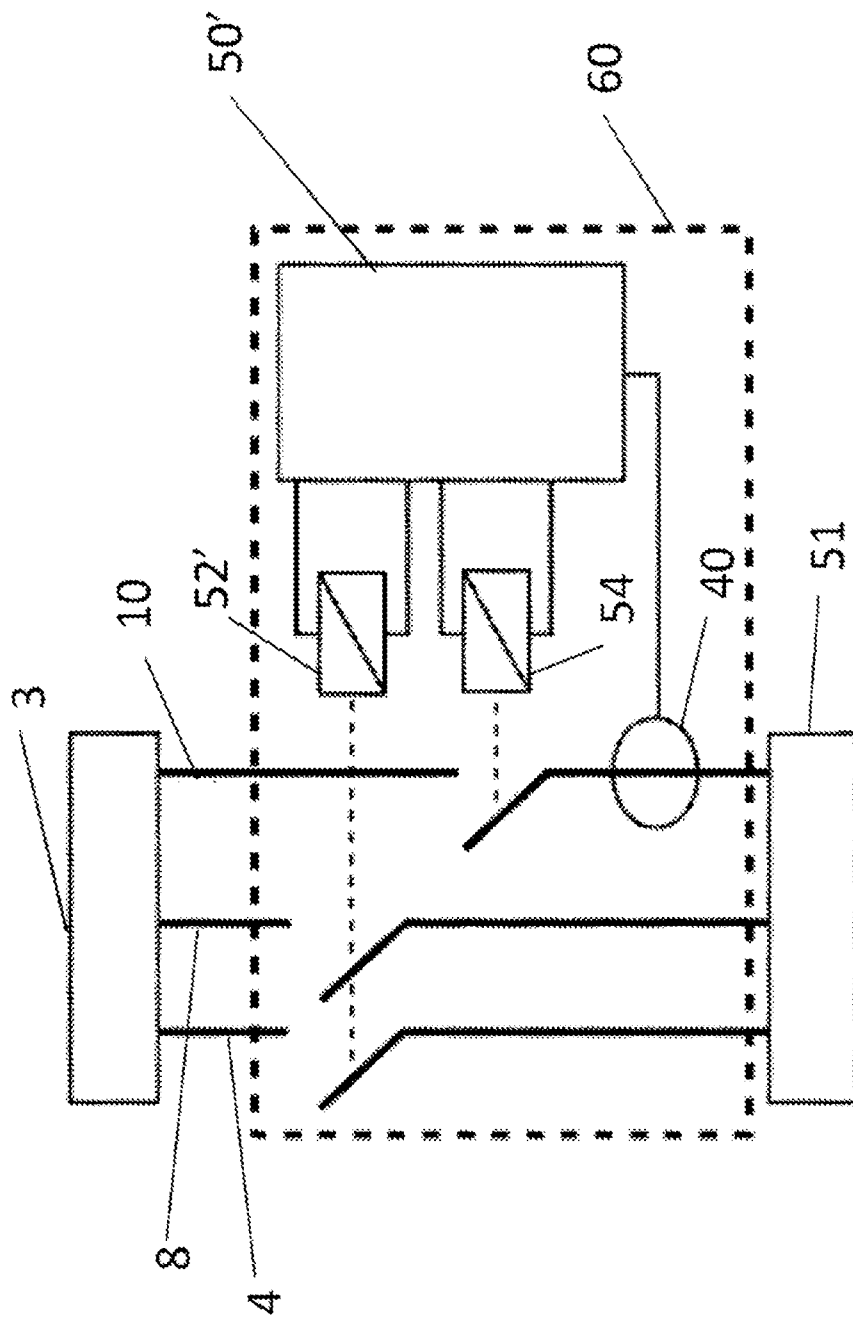


FIG 6

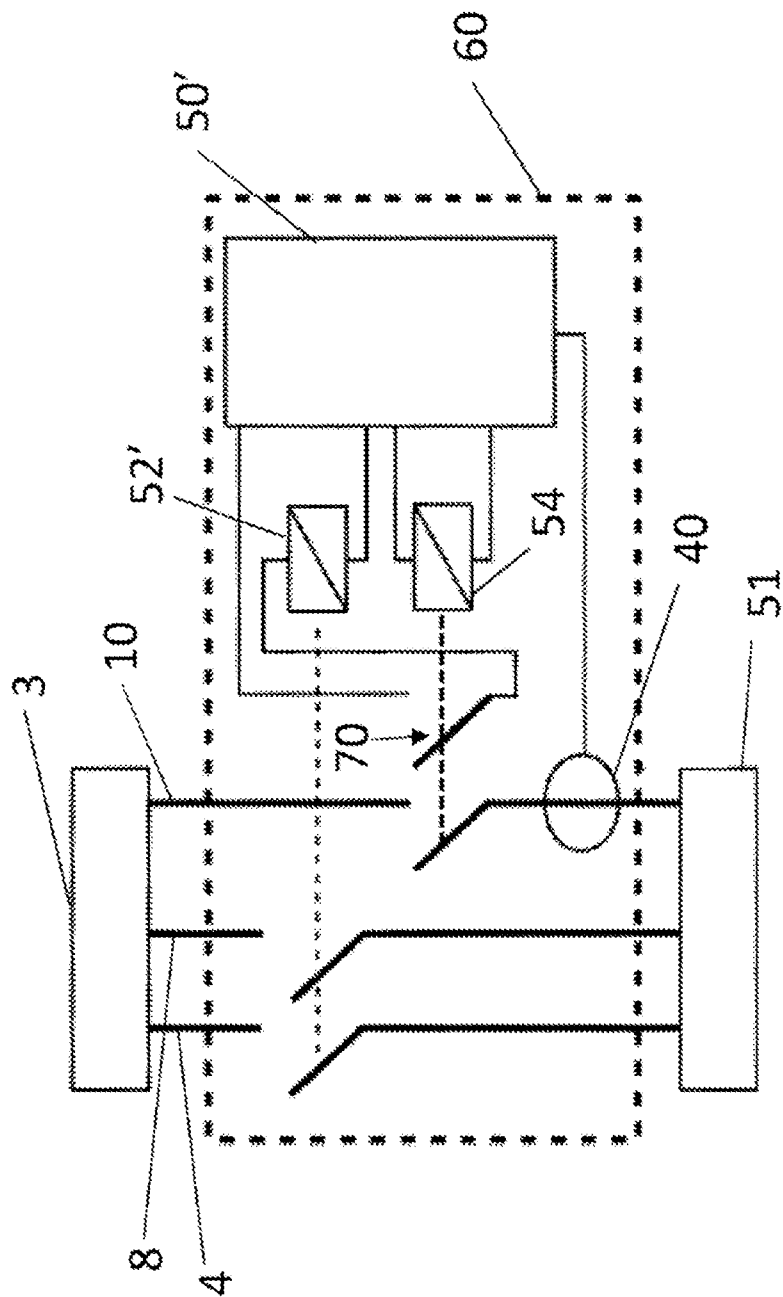


FIG 7

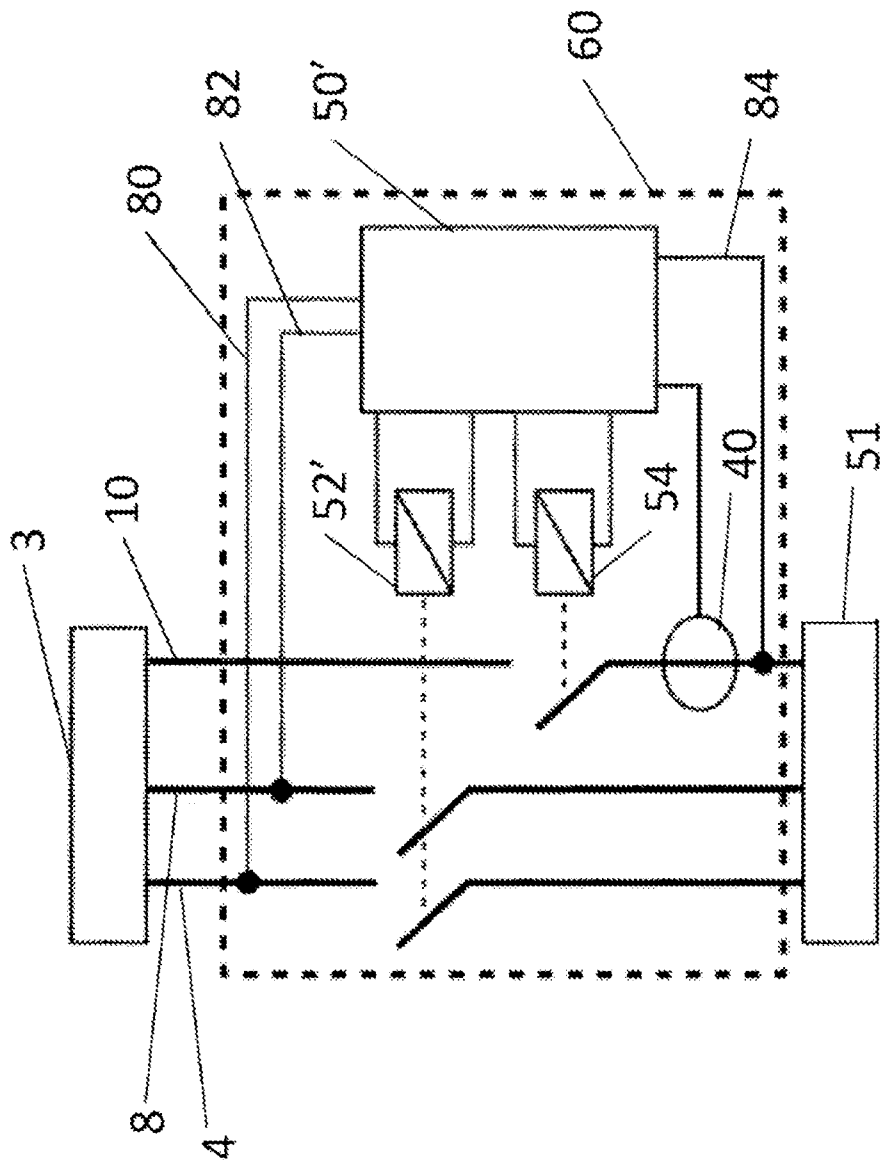


FIG 8

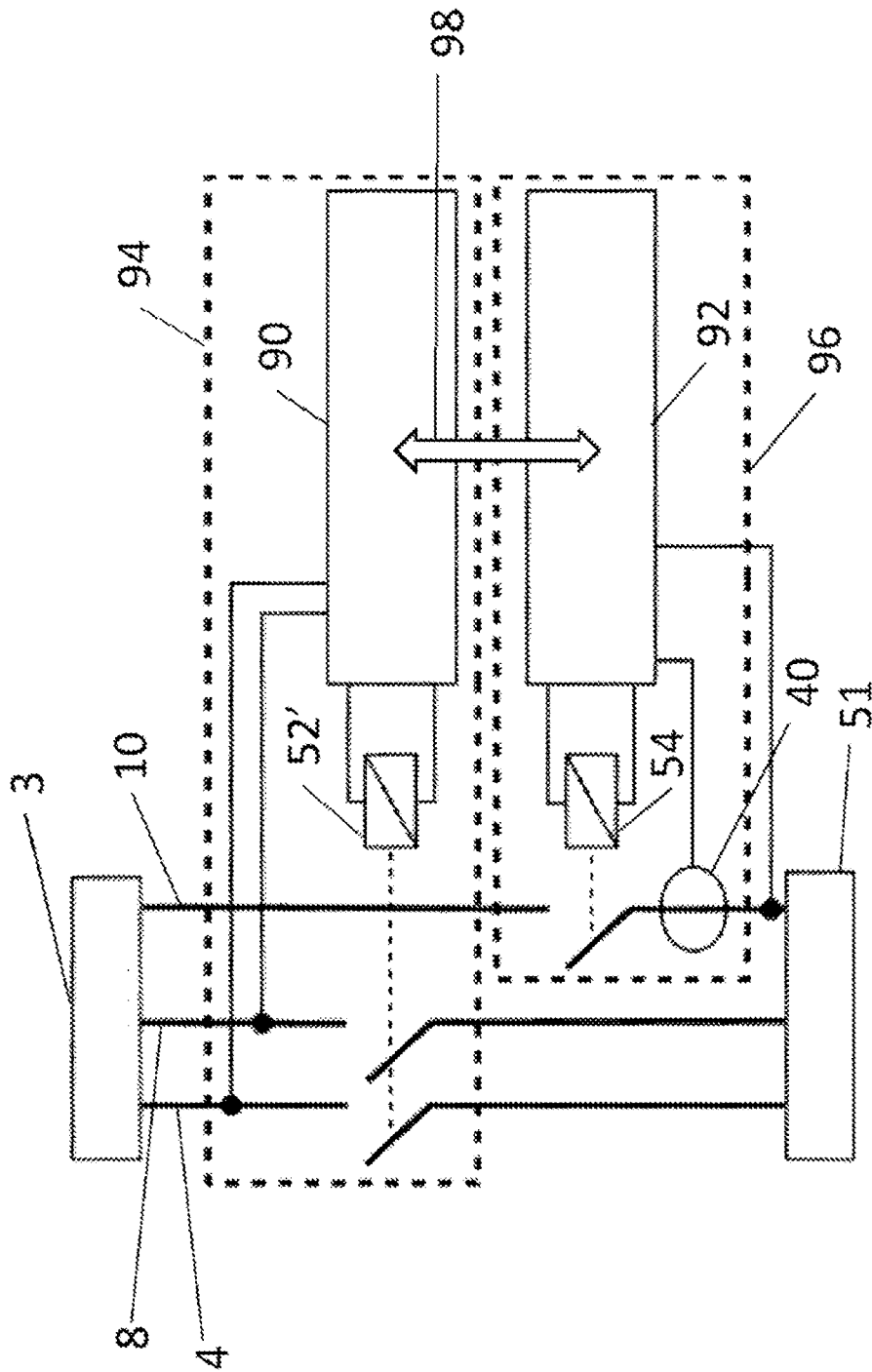


FIG 9

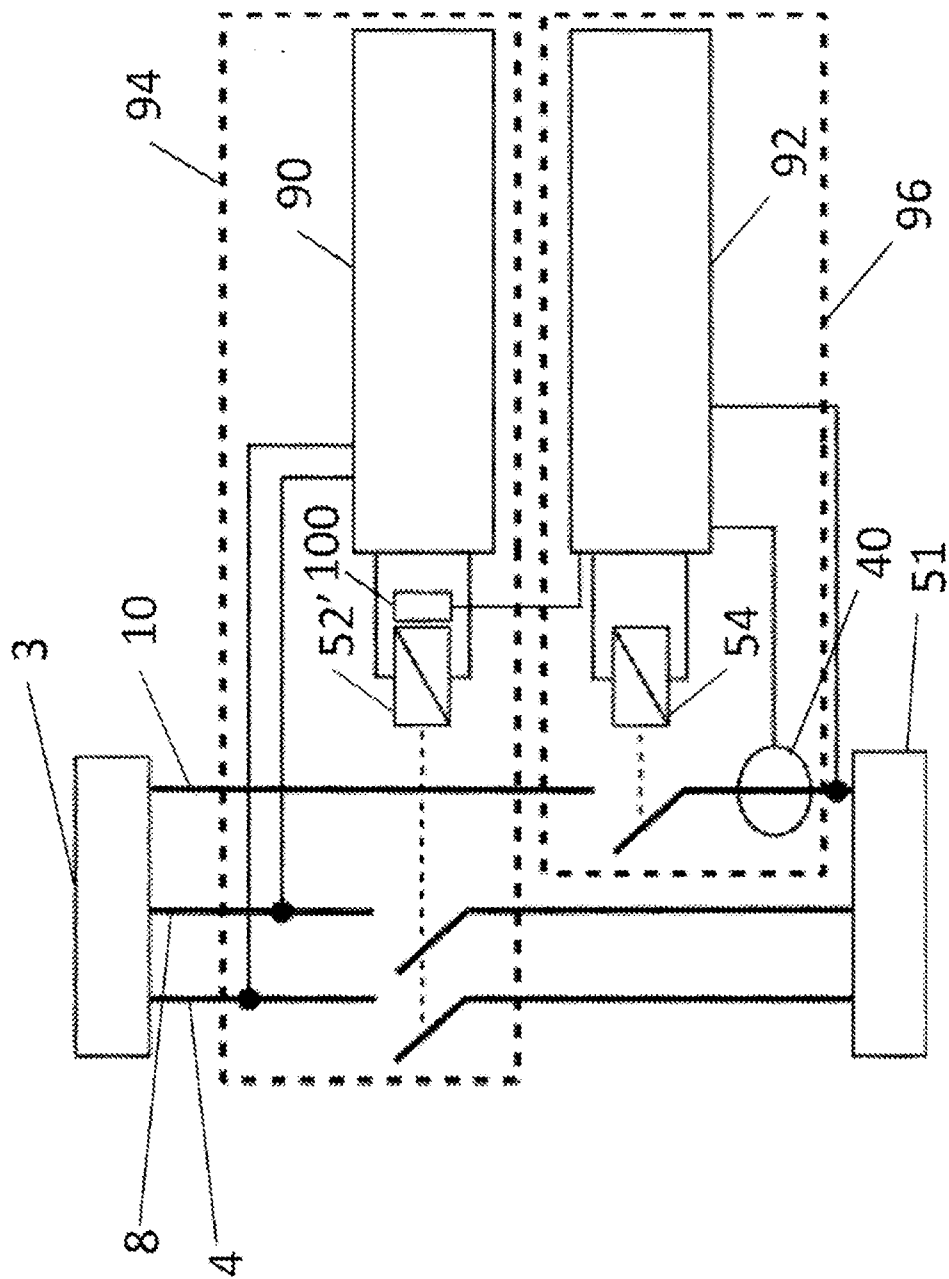


FIG 10

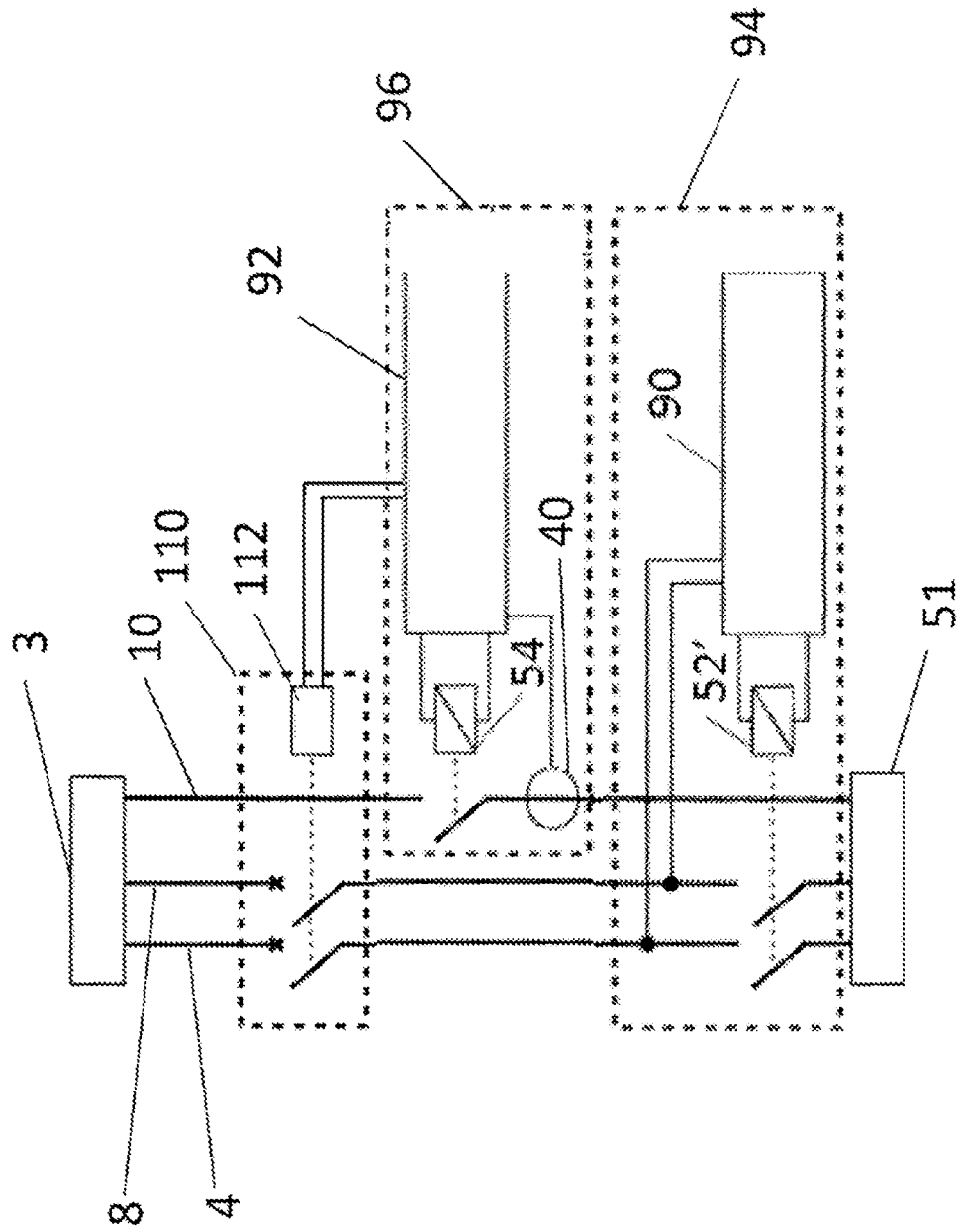


FIG 11

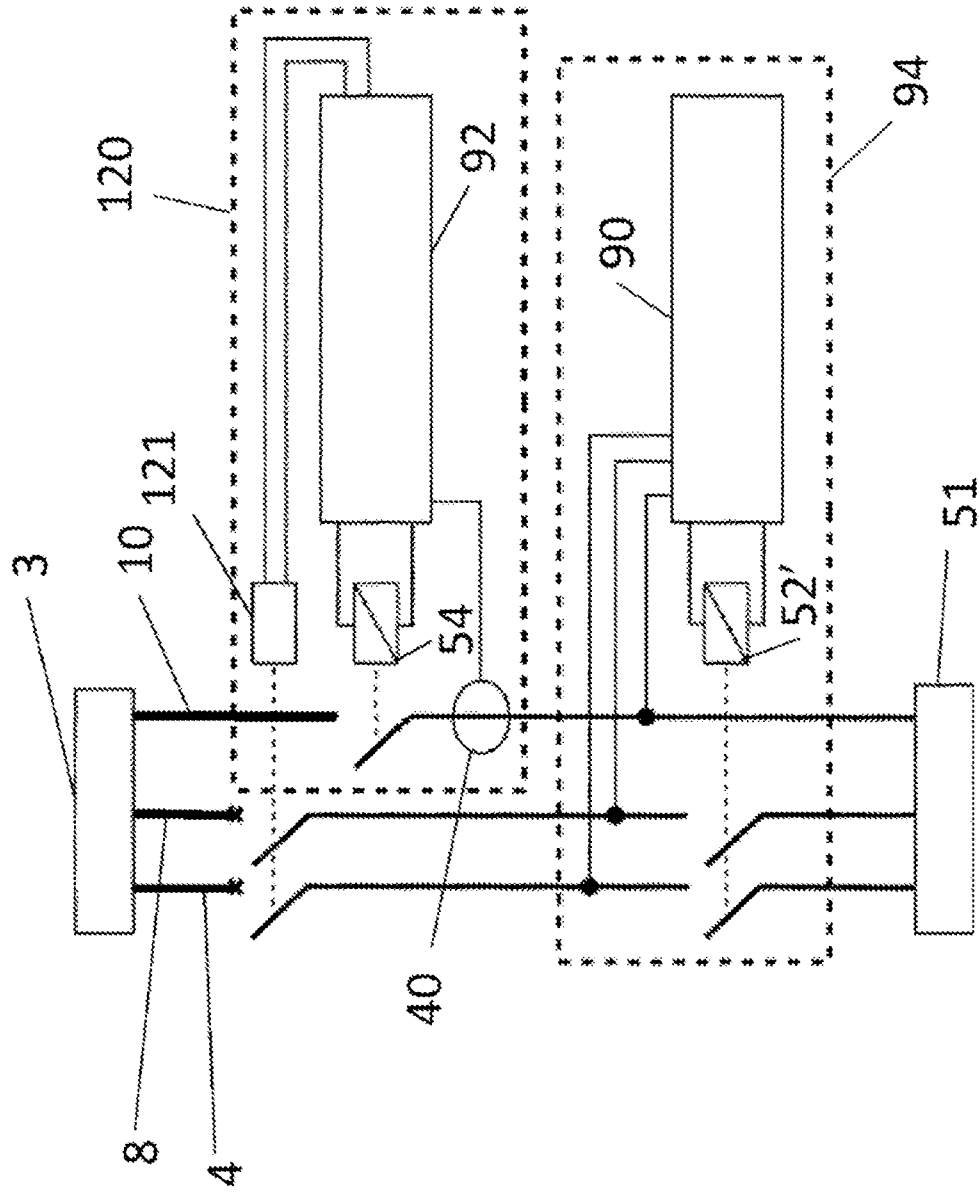


FIG 12