

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 736**

51 Int. Cl.:

G21C 17/003 (2006.01)

G21C 17/007 (2006.01)

G21F 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2013 PCT/US2013/063621**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14099106**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2013 E 13865092 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2907138**

54 Título: **Aparato y procedimiento para conmutar rutas de señales ultrasónicas en un área de radiación moderadamente alta**

30 Prioridad:

09.10.2012 US 201261711241 P

15.03.2013 US 201313834432

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

06.11.2017

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC

(100.0%)

1000 Westinghouse Drive

Cranberry Township, PA 16066, US

72 Inventor/es:

FOLEY, KEVIN J. y

MAY, ROY

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 736 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato y procedimiento para conmutar rutas de señales ultrasónicas en un área de radiación moderadamente alta

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a aparatos y procedimientos para conmutar de forma remota dispositivos de señal que son operados en campos de radiación relativamente alta en un reactor nuclear, tal como un reactor de agua en ebullición.

Antecedentes de la invención

10 La inspección y la reparación de reactores nucleares de agua en ebullición consisten típicamente en polos y cuerdas controlados manualmente para manipular dispositivos de servicio y/o posicionar estos dispositivos. Se prefiere la operación a distancia, y a veces es obligatorio, debido a los riesgos de seguridad asociados con la radiación dentro del reactor. Durante el apagado del reactor, el mantenimiento de algunos componentes requiere la instalación de manipuladores de inspección o dispositivos de 30 a 100 pies (9,14 a 30,48 metros) de profundidad dentro del refrigerante del reactor. Los manipuladores o dispositivos de inspección están conectados a una estación de control remoto a través de cables de conexión. Los cables de conexión son costosos y engorrosos para instalar y retirar.

15 Los conductores de señal individuales también deben ser relativamente grandes para mejorar la relación de señal a ruido considerando la longitud requerida del cable de conexión. Además del alto coste, el tamaño más grande de los cables de conexión puede impedir el acceso a ubicaciones dentro del reactor que tengan áreas de acceso limitadas. Los cables de conexión más pequeños proporcionan un mejor acceso al manipulador y maniobrabilidad. Además, los cables de conexión tienden a ser una fuente de radiación y exposición de contaminación al personal de manipulación. En algunos casos, se pueden realizar menos instalaciones de manipuladores y si se utiliza un cable de conexión más pequeño en los manipuladores, se reduce la manipulación y la exposición del personal. La idea de utilizar multiplexores de señal no es necesariamente nueva. Sin embargo, la tecnología de multiplexor típica utiliza semiconductores que son susceptibles al daño por radiación y, por lo tanto, no se pueden utilizar con los altos niveles de radiación dentro del reactor. Además, los dispositivos de señal convencionales (por ejemplo, sondas ultrasónicas) no requieren un número significativo de conductores de señal, que crearía un deseo de multiplexación.

20 Aunque los avances tecnológicos recientes en algunos dispositivos de señal, tales como sondas ultrasónicas y cámaras de vídeo, requieren más conductores de señal que la tecnología anterior, que impulsa el deseo de multiplexación. Por ejemplo, las sondas ultrasónicas de alineamiento en fase requieren un número significativamente mayor de conductores para operar. El número de conductores puede ser más de 128 veces la cantidad requerida para las sondas ultrasónicas convencionales. Con un accionamiento para utilizar ultrasonidos de alineamiento en fase y, por lo tanto, más cables de conexión de señal principales, el deseo de multiplexación o conmutación ha aumentado.

25 En general, un reactor nuclear de agua en ebullición produce energía eléctrica mediante el calentamiento de agua en un recipiente de reactor que contiene un núcleo de combustible nuclear para generar vapor, que se utiliza a su vez para accionar una turbina de vapor. La figura 1 muestra una disposición general de un recipiente 4 de presión de reactor (RPV). El agua de alimentación se admite en el RPV 4 a través de una entrada de agua de alimentación (no mostrada) y un rociador 6 de agua de alimentación, que es un tubo en forma de anillo provisto de aberturas adecuadas para distribuir circunferencialmente el agua de alimentación dentro del RPV 4. El agua de alimentación desde el rociador 6 fluye hacia abajo a través del anillo 8 descendente, que es una región anular entre una cubierta 2 de núcleo y el RPV 4.

30 La cubierta 2 del núcleo es un cilindro de acero inoxidable que rodea el núcleo de combustible nuclear, cuya ubicación está designada generalmente por el número 9 en la figura 1. El núcleo está constituido por una pluralidad de conjuntos de haz de combustible. Cada matriz de conjuntos de haz de combustible está soportada en la parte superior mediante una guía superior y en la parte inferior mediante una placa de núcleo (ninguna de las cuales se muestra). La guía superior del núcleo proporciona un soporte lateral para la parte superior de los conjuntos de combustible y mantiene la separación correcta del canal de combustible para permitir la inserción de la varilla de control.

35 El agua fluye a través del anillo 8 descendente, alrededor del borde inferior de la cubierta y en la cámara 11 inferior del núcleo. El agua entra posteriormente en los conjuntos de combustible, en el que se establece una capa límite de ebullición. Una mezcla de agua y vapor entra en la cámara 13 superior del núcleo bajo la cabeza 15 de la cubierta. La mezcla de vapor-agua que fluye a través de los conductos verticales (no mostrados) encima de la cabeza de la cubierta y entra en los separadores de vapor (no mostrados), que separan el agua líquida del vapor. El agua líquida entonces se mezcla con el agua de alimentación en la cámara de mezcla, la cual vuelve entonces al núcleo a través del anillo 8 descendente. El vapor se extrae del RPV 4 a través de una salida de vapor.

40 El BWR incluye también un sistema de recirculación de refrigerante que proporciona el flujo de convección forzada a través del núcleo necesario para alcanzar la densidad de potencia requerida. Una porción del agua es aspirada desde el extremo inferior del anillo 8 descendente a través de la salida de agua de recirculación (no visible en la figura 1) y es forzada mediante una bomba de recirculación centrífuga (no mostrada) en conjuntos 19 de bomba de

chorro (dos de los cuales se muestran en la figura 1) a través de entradas 21 de agua de recirculación. El BWR tiene dos bombas de recirculación, cada una de las cuales proporciona el flujo de conducción para una pluralidad de conjuntos de bomba de chorro. Los conjuntos de bomba de chorro están distribuidos circunferencialmente alrededor de la cubierta 2 del núcleo.

- 5 Los componentes y las estructuras en el recipiente de presión del reactor necesitan examinarse periódicamente para determinar su integridad estructural y la necesidad de reparación. La inspección por ultrasonidos es una técnica conocida para detectar y dimensionar grietas en componentes de reactores nucleares. Un área de inspección de interés primario es la superficie exterior de la cubierta del núcleo cilíndrico. Sin embargo, la cubierta del núcleo es de difícil acceso. El acceso a la instalación está limitado al espacio anular entre el exterior de la cubierta y el interior del
- 10 recipiente de presión del reactor, entre bombas de chorro adyacentes. El acceso a la operación de exploración está adicionalmente restringido dentro del estrecho espacio entre la cubierta y las bombas de chorro. Las áreas de inspección son muy radioactivas, y se encuentran bajo el agua de 50 a 65 pies (15,24 a 19,81 metros) por debajo de la plataforma de trabajo del operador. El documento US5712886A desvela un aparato para conmutación remota según el preámbulo de la reivindicación 1.
- 15 Un objeto de esta invención es proporcionar un aparato y procedimientos que permiten las operaciones de manipulación para posicionar dispositivos en diferentes áreas de difícil acceso que tienen campos de radiación relativamente altos, y para varios dispositivos de generación/recepción de señal para ser controlados por un cable de conexión principal.

Sumario de la invención

- 20 La invención proporciona aparatos y procedimientos para la inspección de los componentes internos del reactor en un recipiente de reactor según las reivindicaciones 1 y 12. En las reivindicaciones 2 a 11 se definen realizaciones más específicas.

Breve descripción de los dibujos

- 25 Una comprensión adicional de la invención se puede obtener a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lee conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un esquema que muestra una vista en alzado de porciones pertinentes de un BWR convencional;
 la figura 2 es una carcasa para alojar un dispositivo de conmutación de señal; y
 la figura 3 es un esquema de un circuito para su uso en un dispositivo de conmutación de señal.

Descripción detallada

- 30 La invención se refiere a aparatos y procedimientos para conmutar de forma remota dispositivos de señal a través de un cable de conexión de señal principal compartido. Un cable de conexión principal conecta una estación de control a una carcasa, por ejemplo, una caja de conexiones, que aloja un dispositivo de conmutación de señal. El dispositivo de conmutación de señal permite controlar varios dispositivos de generación/recepción de señales, por ejemplo, cámaras, sensores ultrasónicos, sondas ultrasónicas de alineamiento en fase y similares, mediante un
- 35 cable de conexión principal. Además, el dispositivo puede ser accionado en campos de radiación relativamente altos en los que los dispositivos multiplexores convencionales pueden no ser operables.

Según la invención, se emplea más de un cable de conexión principal.

- Haciendo referencia a la figura 2, se ilustra una carcasa 10. La carcasa 10 tiene cuatro paredes que incluyen una primera pared 12a y una segunda pared 12b (no se muestran dos de las paredes), una superficie 14 inferior y una
- 40 cubierta 16 superior, que forman una cavidad 18 en su interior.

- La cavidad puede incluir una amplia variedad de formas, tales como, pero no limitado a pirámides, octogonal, hexagonal, y cilíndrico o similares. Por ejemplo, cuando la carcasa tiene forma cilíndrica, la carcasa incluye un tubo cilíndrico, una cubierta extraíble, una cubierta opuesta, una cavidad formada por esta estructura, uno o más conectores de entrada montados en al menos una superficie y uno o más conectores de salida montados en al
- 45 menos otra superficie.

- La carcasa 10 (como se muestra en la figura 2) puede construirse de un material que es adecuado para su uso en reactores nucleares de agua ligera, tales como reactores de agua en ebullición. Por lo tanto, la carcasa 10 es adecuada para su uso en áreas de radiación y también es adecuada para inmersión bajo el agua. Un dispositivo de conmutación de señal (no mostrado) está dispuesto dentro de la cavidad 18. Los dispositivos de conmutación de
- 50 señal de acuerdo con la invención incluyen al menos una placa de circuito impreso y una pluralidad de conmutadores de relé.

Los dispositivos de conmutación pueden incluir relés en espiral, y pueden diseñarse para ondas de radio de alta frecuencia. Además, los dispositivos de conmutación pueden ser conmutadores de señal de doble tiro de doble polo y pueden ser conmutadores de señal de impedancia adaptados de 50 ohmios.

Por otra parte, la al menos una placa de circuito puede contener conectores conductores coaxiales montados en la placa.

La cubierta 16 superior se puede unir a las cuatro paredes y es extraíble para insertar y retirar el dispositivo de conmutación de señal. La primera pared 12a tiene montados en la misma tres conectores 20 de entrada. Se contempla que pueden emplearse más o menos conectores 20 de entrada. Un extremo de los cables 24 de conexión de señal está unido a cada uno de los conectores 20 de entrada y el otro extremo de los cables 24 de conexión de señal está unido a una consola 25 de control y de generación de señales. La segunda pared 12b tiene montados cinco conectores 22 de salida. También se contempla que pueden emplearse más o menos conectores 22 de salida. Los conectores 22 de salida están conectados a al menos un dispositivo 28 generador/receptor de señales, tal como una cámara o sensor ultrasónico, a través de cables 26 de salida. Además, un cable 30 de control de conmutación conecta la consola 25 con un conector 32 en la carcasa 10.

Cada conjunto de cable de conexión principal sirve como una entrada de cable de señal bidireccional al dispositivo de conmutación de señal y sirve como una salida de cable de señal bidireccional desde el equipo en la estación de control. Cada cable de conexión principal puede contener una pluralidad de conductores de cable coaxial con conectores sobremoldeados densos de contacto.

La carcasa también facilita una transición desde un pequeño cableado coaxial micro flexible conectado al dispositivo de señal, a cables coaxiales más grandes conectados a la consola de control. Los cables microcoaxiales se pueden conectar entre la caja de conmutadores de la carcasa y el dispositivo de señal (por ejemplo, sonda ultrasónica de alineamiento en fase) para permitir un diseño compacto y un movimiento flexible del manipulador. Sin embargo, estos cables micro coaxiales resultan en pulsos de excitación severamente atenuados y señales de retorno si se utilizan para longitudes de cable largas. Por lo tanto, se pueden conectar cables coaxiales más grandes entre la carcasa y la consola de control para minimizar la atenuación total de la señal y obtener una relación señal/ruido aceptable.

El dispositivo conmutador de señales puede ser de diversos diseños y configuraciones conocidas en la técnica. Haciendo referencia a la figura 3, se ilustra un ejemplo de un circuito que puede utilizarse en el dispositivo de conmutación de señal y contenido dentro de la carcasa 10 de la invención.

En ciertos casos, la invención incluye las siguientes características. Se emplea una carcasa para alojar un dispositivo de conmutación de señal. La carcasa es adecuada para su uso en áreas de radiación relativamente alta y puede sumergirse bajo el agua. El dispositivo de conmutación de señal incluye tres placas de circuito impreso, cada una de las cuales contiene treinta y dos conmutadores de relé de microchip coaxiales con conectores coaxiales enchufables que se sueldan a las placas de circuito impreso. Las placas de circuito impreso utilizan la tecnología lineal de cinta y los relés que emparejan la impedancia para las aplicaciones de alineamiento en fase. El relé de metal también puede utilizarse para proporcionar blindaje contra interferencias electromagnéticas externas. Pueden utilizarse también conexiones coaxiales individuales en las placas de circuito impreso para proporcionar la adaptación de impedancia y minimizar las longitudes de ejecución de señal en las placas de circuito impreso. Se conectan tres cables coaxiales a cada uno de los relés con los extremos opuestos de los cables soldados para contactar con conectores submarinos densos montados y sellados dentro de la carcasa. En ciertas realizaciones, tres conjuntos principales de cable de conexión están conectados a la carcasa subacuática. Cada cable de conexión principal contiene treinta y dos conductores de cable coaxial con contacto denso sobremoldeado bajo conectores de agua. El dispositivo de conmutación de señal también incluye cinco conectores subacuáticos densos de contacto utilizados como salida del dispositivo de conmutación de señal. Estos conectores de contacto denso están conectados al dispositivo de salida de señal (por ejemplo, sensores ultrasónicos).

Los conmutadores de relé del dispositivo de conmutación de señal se controlan de forma remota desde la estación de control. Los conmutadores de relé se pueden conectar en paralelo o en serie para proporcionar salidas adicionales para una entrada dada. En ciertas realizaciones, los conmutadores de relé están cableados en paralelo para crear dos salidas por cada entrada y para minimizar el riesgo de atenuación de señal asociado con cada relé. Alternativamente, los conmutadores de relé están cableados en serie para dividir cada salida en una entrada en otro relé. Si se utilizan dos capas de relés en serie, cada entrada utilizaría tres relés y crearía cuatro salidas. Si se utilizan tres capas de relés en serie, cada entrada utilizará siete relés y crearía 8 salidas. Los controles de conmutación de relés están unidos entre sí de tal manera que una sola señal de control conmutará todos los relés en cada una de las placas de circuito impreso. Por lo tanto, solo se requieren cuatro conductores para controlar tres placas de circuito impreso controladas individualmente, cada una con 32 conmutadores de relé de señal coaxial. Hay un conductor para cada contacto de control individual por placa y un conductor compartido para alimentación. Se puede utilizar un solo conductor de control para conmutar todos los relés juntos.

El dispositivo conmutador de señal descrito anteriormente ilustra un caso mediante el cual se utilizan y están cableadas tres entradas, tres placas de circuitos impresos, treinta y dos conmutadores por placa, cinco salidas en paralelo, y están contenidos dentro de una carcasa. Sin embargo, se contempla que se puedan utilizar una amplia variedad de combinaciones de entradas, salidas, conmutadores o cableado en serie para acomodar las necesidades de manipuladores específicos.

5 Los tipos de componentes utilizados en este dispositivo conmutador de señal son componentes pasivos con relés en espiral, ya que no son tan susceptibles a los fallos inducidos por la radiación. La tecnología moderna puede utilizar componentes basados en transistores que son más susceptibles a fallos de radiación. Sin embargo, la tecnología moderna ha reducido el tamaño y ha aumentado la robustez de la tecnología de relés y placas de circuitos impresos, lo que hizo más factible el desarrollo y el despliegue de este dispositivo, dado las condiciones operativas dentro de un reactor nuclear, tal como una o más de requisitos de temperatura, tamaño, potencia y costes.

10 Aunque realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, se apreciará por parte de los expertos en la técnica que diversas modificaciones y alternativas a esos detalles podrían desarrollarse a la luz de las enseñanzas globales de la divulgación. De acuerdo con ello, las realizaciones particulares desveladas pretenden ser ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de conmutación remota, que comprende:
 - un reactor de agua ligera;
 - una estación (25) de control;
 - 5 una carcasa (10) situada en un campo de radiación del reactor de agua ligera, que comprende:
 - una superficie exterior;
 - una cavidad (18) formada por la superficie exterior;
 - una primera pared (12a);
 - una segunda pared (12b);
 - 10 uno o más conectores (20) de entrada montados en la primera pared (12a); y
 - uno o más conectores (22) de salida montados en la segunda pared (12b);
 - un dispositivo de conmutación de señales alojado dentro de la cavidad (18) de la carcasa (10), que comprende:
 - al menos una placa de circuito impreso; y
 - 15 una pluralidad de conmutadores de relé montados en la al menos una placa de circuito impreso;
 - dos o más dispositivos (28) de generación/recepción de señales;
 - uno o más cables (24) de conexión de señales conectados de forma correspondiente a los uno o más conectores (20) de entrada, para controlar de forma remota la pluralidad de conmutadores de relé del dispositivo de conmutación de señales desde la estación (25) de control; y
 - 20 uno o más cables (26) de salida conectados de forma correspondiente a los uno o más conectores (22) de salida y los dos o más dispositivos (28) de generación/recepción de señales, para conmutar de forma remota los dos o más dispositivos (28) de generación/recepción de señales desde cada uno del uno o más cables (24) de conexión de señales.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que los conmutadores de relé están montados en la al menos una placa de circuito impreso en paralelo.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la al menos una placa de circuito impreso utiliza la tecnología de línea de banda o de coincidencia de impedancia de micro banda.
4. El aparato de la reivindicación 1, en el que los dos o más dispositivos (28) de generación/recepción de señales se seleccionan del grupo que consiste en al menos una cámara y al menos un sensor ultrasónico.
- 30 5. El aparato de la reivindicación 4, en el que el sensor ultrasónico es una o más sondas ultrasónicas de alineamiento en fase.
6. El aparato de la reivindicación 1, en el que hay tres conectores (20) de entrada montados en la carcasa (10) y tres cables (24) de conexión de señales conectados de manera correspondiente a los tres conectores (20) de entrada.
7. El aparato de la reivindicación 1, en el que hay cinco conectores de salida montados en la carcasa y cinco dispositivos de generación/recepción de señales conectados de manera correspondiente a los cinco conectores (22) de salida.
- 35 8. El aparato de la reivindicación 1, en el que el reactor de agua ligera es un reactor de agua en ebullición.
9. El aparato de la reivindicación 1, en el que la carcasa (10) está sumergida bajo el agua en el reactor de agua ligera.
- 40 10. El aparato de la reivindicación 1, en el que la al menos una placa de circuito impreso contiene conectores de conductores coaxiales montados en la placa.
11. El aparato de la reivindicación 1, en el que la carcasa es una caja de conexiones.
12. Un procedimiento de conmutación remota, que comprende:
 - proporcionar un reactor de agua ligera;
 - 45 proporcionar una estación (25) de control;
 - identificar un campo de radiación en el reactor de agua ligera;
 - posicionar una carcasa (10) en el campo de radiación, que comprende:
 - una primera pared (12a);
 - una segunda pared (12b);
 - 50 una superficie exterior; y
 - una cavidad (18) formada por la superficie exterior;

que aloja un dispositivo de conmutación de señales dentro de la cavidad de la carcasa (10), que comprende:

- 5 al menos una placa de circuito impreso; y
- una pluralidad de conmutadores de relé montados en la al menos una placa de circuito impreso;
- montar uno o más conectores (20) de entrada en la primera pared (12a) de la carcasa (10);
- 10 montar uno o más conectores (22) de salida en la segunda pared (12b) de la carcasa (10);
- obtener al menos un cable (24) de conexión de señales;
- conectar correspondientemente el al menos un cable (24) de conexión de señales a los uno o más
- 10 conectores (20) de entrada para controlar de forma remota la pluralidad de conmutadores de relé del
- dispositivo de conmutación de señales desde la estación (25) de control;
- proporcionar al menos dos dispositivos (28) de generación/recepción de señales;
- conectar los al menos dos dispositivos (28) de generación/recepción de señales a los uno o más conectores
- (22) de salida; y
- 15 conmutar de forma remota los al menos dos dispositivos (28) de generación/recepción de señales desde
- cada uno del al menos un cable (24) de conexión de señales.

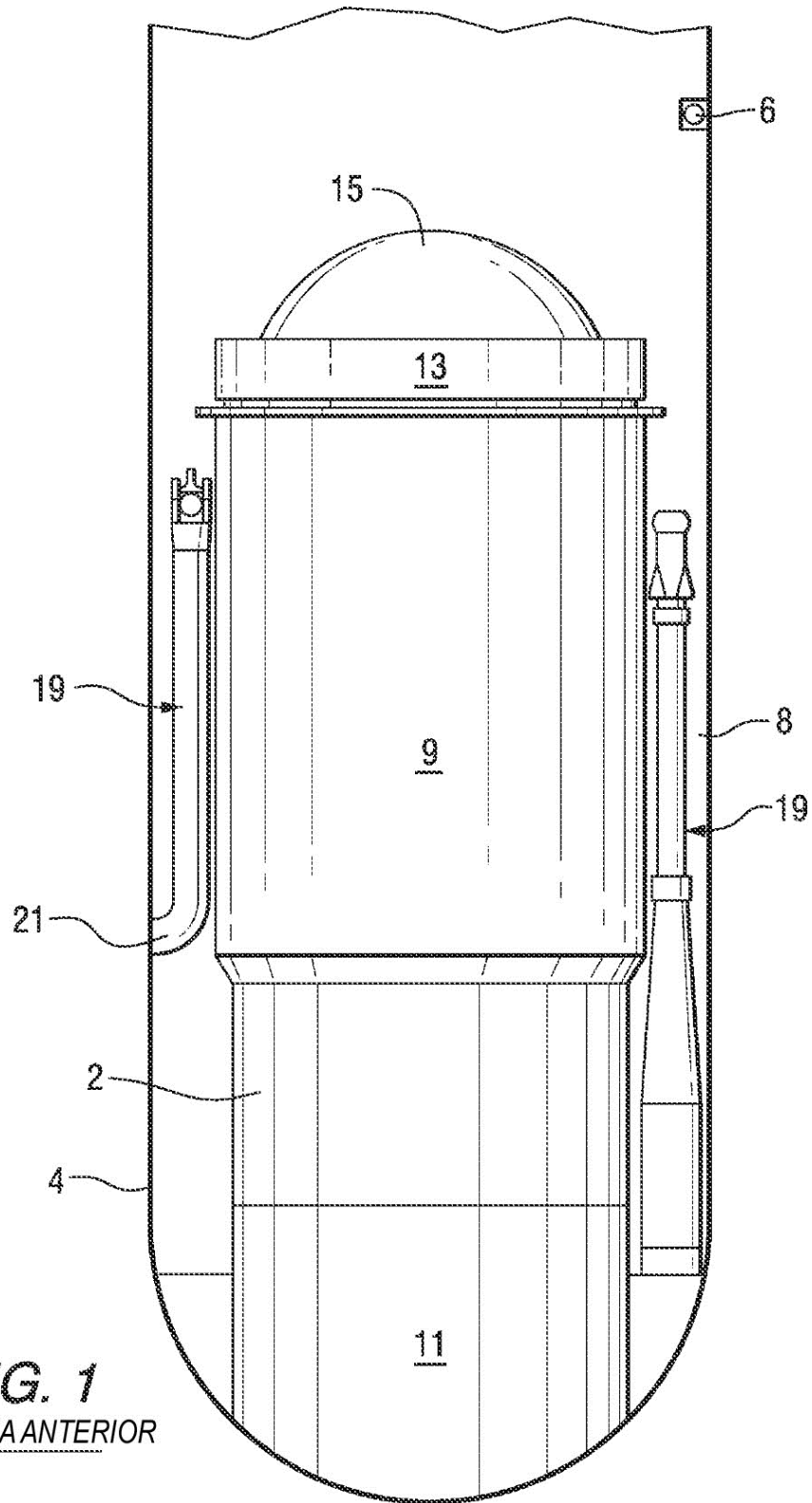


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

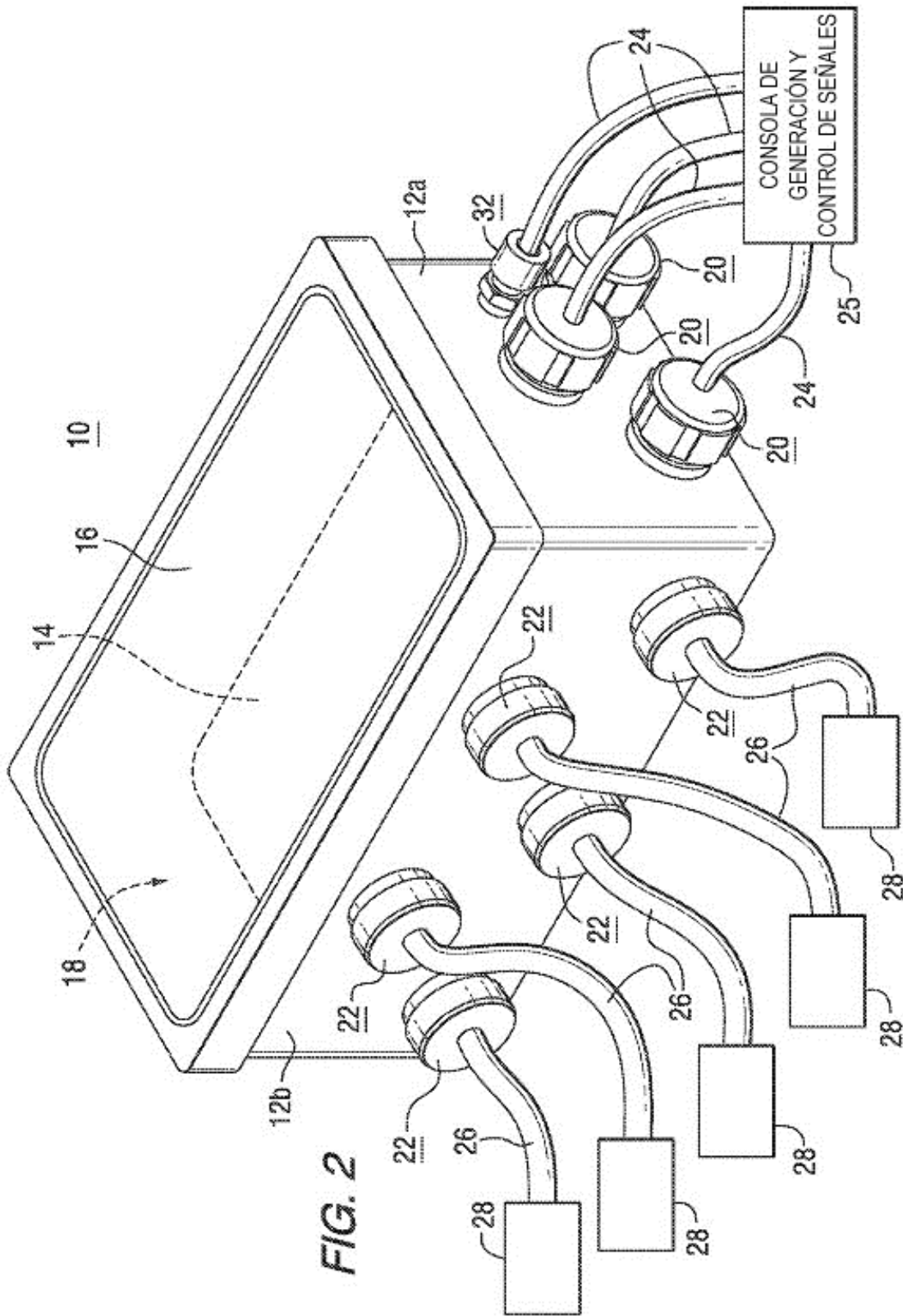


FIG. 3

