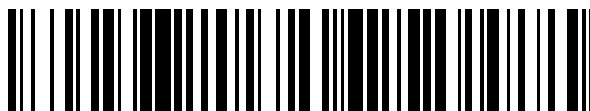


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 594**

51 Int. Cl.:

**G21C 17/003** (2006.01)

**G21C 17/10** (2006.01)

**G21D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2010 PCT/US2010/049730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11075195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2010 E 10838042 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 2489044**

54 Título: **Transmisión inalámbrica de señales de instrumentación nuclear**

30 Prioridad:

**13.10.2009 US 577789**

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

**21.05.2018**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC  
(100.0%)**

**1000 Westinghouse Drive  
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US**

72 Inventor/es:

**MORRIS, RICHARD W.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 668 594 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

Transmisión inalámbrica de señales de instrumentación nuclear

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la vigilancia de una vasija de presión de reactor nuclear. Más particularmente, la presente invención se dirige a un sistema y a un procedimiento para la vigilancia de forma inalámbrica de un estado de una vasija de presión de reactor nuclear.

### Antecedentes de la invención

10 El movimiento mecánico (es decir, la inserción, la retirada) y la vigilancia asociada de la posición de las varillas de control son funciones necesarias para el funcionamiento de un reactor nuclear. Cada uno de los instrumentos que realizan esta función típicamente termina con un cable de alimentación y uno o dos cables de indicación de posición, que transmiten señales desde el instrumento de vuelta a las unidades de procesamiento, típicamente situadas en una sala de control. Tal como se usa aquí, el término instrumento puede incluir también un sensor o dispositivo de detección. Sistemas de cable indicador posición de la varilla conocidos, tales como el representado en las figuras 1 y 2, incluyen típicamente puntos de desconexión de conector de múltiples clavijas 10 situados en la parte superior de la cabeza de la vasija del reactor nuclear 12 y en la pared de la cavidad del reactor 14 junto a la piscina. Otros puntos de desconexión adicionales 10 también pueden estar situados en otros puntos entre la tapa de la vasija 12 y la pared de la cavidad 14. Los puntos de desconexión de conector de múltiples clavijas 10 permiten que cada una de las secciones del cable de interconexión 16 sea retirada de los correspondientes instrumentos de detección 18 para permitir el desmontaje de la vasija del reactor 8 para la recarga. La vasija del reactor 8 típica incluye del orden de magnitud de 100 o más de estos conjuntos de cables.

15 La retirada y la instalación de las secciones de cable 16 es generalmente parte de la programación de "trayectoria crítica" para una parada de recarga y requiere generalmente los servicios de un equipo especialmente capacitado de técnicos durante las dos etapas iniciales y finales de la parada de recarga, para completar el trabajo. Típicamente, este trabajo puede tardar hasta un turno completo para terminar. En total, la manipulación de las secciones de cable de señal 16 puede ocupar un día entero de una parada de 30 días. Teniendo en cuenta un coste estimado de \$ 20.000 a \$ 25.000 por hora de tiempo perdido del trayectoria crítica, este período de un día representaría un coste de aproximadamente \$ 500.000 por parada de recarga, sin siquiera tomar en consideración el coste del equipo de trabajo capacitado.

25 Además, la repetida manipulación de los cables de señal aumenta la posibilidad de daños, lo que conduce a la necesidad de reparar y/o sustituir los cables y/o el hardware relacionado. Además, la manipulación de los cables de señal debe llevarse a cabo en un área de radiación situada por encima de la vasija del reactor. La eliminación de este ámbito de trabajo así eliminaría la exposición a la radiación asociada con esta actividad de trabajo.

30 En consecuencia, existe espacio para la mejora en el sistema y en el procedimiento para vigilar la posición de las varillas de control y otras condiciones del reactor.

### Sumario de la invención

35 De acuerdo con una realización de la invención, se proporciona un procedimiento de vigilancia de un estado de una vasija de presión de reactor nuclear dispuesta en un ambiente radiactivo de acuerdo con la reivindicación 1.

40 La transmisión inalámbrica puede comprender una transmisión infrarroja. El estado de la vasija de presión del reactor puede ser detectado mediante una pluralidad de instrumentos conectados operativamente con una pluralidad de módems de transmisión. La pluralidad de módems inalámbricos de transmisión puede transmitir señales a una pluralidad de módems de recepción operativamente conectados con la unidad de procesamiento de señal para determinar el estado de la vasija de presión del reactor.

45 El estado de la vasija de presión del reactor puede ser detectado mediante una pluralidad de instrumentos operativamente conectados con un módem de transmisión y el módem de transmisión puede transmitir una señal a un módem de recepción conectado operativamente con la unidad de procesamiento de señal para determinar el estado de la vasija de presión del reactor.

El estado de la vasija de presión del reactor puede ser determinado durante las operaciones de generación de energía. El estado de la vasija de presión del reactor puede determinarse mientras la vasija de presión del reactor se desmonta.

50 El módem de transmisión alimentado puede ser conectado con un segundo módem de transmisión alimentado de modo que el segundo módem de transmisión seguirá funcionando si su fuente de alimentación falla.

El estado vigilado puede ser uno de: controlar la posición de las varillas, la temperatura bruta del agua refrigerante, el nivel de agua refrigerante, el nivel de radiación, y el nivel de la cámara de iones.

De acuerdo con otra realización de la invención, se proporciona un sistema para la vigilancia de un estado de una vasija de presión de reactor nuclear dispuesta en un ambiente radiactivo de acuerdo con la reivindicación 9.

5 El estado de la vasija de presión del reactor puede detectarse mediante una pluralidad de instrumentos conectados operativamente con una pluralidad de módems de transmisión. La pluralidad de módems inalámbricos de transmisión pueden transmitir señales a una pluralidad de módems de recepción operativamente conectados con la unidad de procesamiento de señal para determinar el estado de la vasija de presión del reactor.

El estado de la vasija de presión del reactor puede vigilarse durante las operaciones de generación de energía. El estado de la vasija de presión del reactor puede vigilarse mientras la vasija de presión del reactor se desmonta.

10 El estado vigilado puede ser uno de la posición de la varilla de control, la temperatura en bruto del agua refrigerante, el nivel de agua refrigerante, el nivel de radiación, y el nivel de la cámara de iones.

El instrumento puede comprender una pluralidad de instrumentos de detección, estando estructurado cada instrumento para vigilar un estado de la vasija de presión del reactor nuclear.

### **Breve descripción de los dibujos**

15 Una comprensión completa de la invención puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lee en conjunción con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema conocido para vigilar el estado de una vasija de presión de reactor nuclear.

La figura 2 muestra una vista esquemática más detallada de una porción del sistema mostrado en la figura 1.

20 La figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema mejorado para vigilar el estado de una vasija de presión de reactor nuclear de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 muestra una vista esquemática más detallada de una porción del sistema mejorado que se muestra en la figura 3.

### **Descripción de las realizaciones preferidas**

25 La presente invención se describirá ahora con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ejemplos de la invención. La invención puede, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a los ejemplos aquí expuestos. Más bien, estos ejemplos se proporcionan para que esta descripción sea exhaustiva y completa, y para transmitir plenamente el alcance de la invención para los expertos en la materia. Los números similares se refieren a elementos similares en todas partes.

30 Las figuras 3 y 4 ilustran un ejemplo de un sistema de vigilancia 20 mejorado de acuerdo con la presente invención, que se proporciona para la vigilancia de uno o más estados de una vasija de presión 8 de reactor nuclear, sin necesidad secciones de cable 16 (tales como las mostradas en las figuras 1 y 2). Tal como se muestra en la figura 4, los conectores de múltiples clavijas 10 (mostrados en las figuras 1 y 2) en ambos extremos de la sección de cable 16 anterior se sustituyen con módems inalámbricos 22, 26, teniendo cada módem 22,26 un respectivo conjunto de conector coincidente integral 24, 28. El módem 22 en el extremo del instrumento 18 (es decir, en la vasija del reactor 8, figura 4) es un transmisor inalámbrico acoplado eléctricamente al instrumento 18, mientras que el módem 26 en la pared de la cavidad del reactor 14 (figura 3) es un receptor inalámbrico. El término "módem", tal como se usa aquí, se utiliza para referirse a un dispositivo eléctrico adecuado capaz de al menos uno de enviar y recibir señales de transmisión inalámbricas tales como, por ejemplo, sin limitación, a través de transmisión de infrarrojos. El resto de la posición de control de las varillas y otro hardware de señales de instrumentos no difiere de lo que se muestra en las figuras 1 y 2.

40 Con referencia a la figura 4, el módem transmisor 22 se alimenta de manera parasitaria desde el cable de alimentación 17 para los mecanismos de accionamiento de control de la varilla asociada. Esto se efectúa mediante la inserción de un conjunto de conector de múltiples clavijas de doble extremo 30 en serie con el cable de alimentación 17 existente en el conector de múltiples clavijas en el conjunto de instrumentos 18. Este conjunto de conector de múltiples clavijas de doble extremo 30 también incluye un cable de alimentación de tamaño adecuado de purga parasitaria 32 dimensionado de manera adecuada que coincide, y alimenta, el módem de transmisión 22 vecino y el instrumento 18. Cada módem típicamente solo requiere una fracción de un vatio de energía, que tiene un efecto generalmente transparente sobre la capacidad del cable de alimentación 17 comparativamente masiva. Asimismo, el potencial de tensión requerido para operar la sonda de indicación de nivel (no numerada) se podría reducir, si es necesario, mientras que una señal demasiado amplificada no se requiere o se desea en el extremo delantero del módem 22. Por lo tanto, está disponible una fuente de alimentación suficiente sin modificación significativa adicional a un circuito de alimentación de cable existente.

55 Además, las interrupciones en el suministro de alimentación esperadas de los cables de alimentación, como resultado de las operaciones de los instrumentos (es decir, el movimiento mecánico de las varillas de control y el modo de retención estática) pueden ser conectadas y acondicionadas dentro del módem 22 y/o el conjunto del conector de doble extremo 30 en el circuito del cable de alimentación. Aunque no es una realización preferida,

también se puede apreciar que la potencia para cada uno de los módems 22 podría ser suministrada a partir de fuentes de alimentación alternativas que se encuentran dentro del conjunto de la vasija del reactor (por ejemplo, sin limitación, fuentes de alimentación para termopares, dispositivos operados con solenoide, motores de ventilador, interruptores, iluminación) y/o fuentes de energía dedicadas (por ejemplo, sin limitación, baterías regenerativas).

5 En otro ejemplo, una o más de los módems de transmisión 22 pueden ser conectados con un segundo módem de transmisión (no mostrado) accionado por una fuente de alimentación diferente. Esta disposición redundante permitiría que el segundo módem de transmisión continuara funcionando si la fuente de alimentación del módem de transmisión 22 fallara.

10 En otro ejemplo más, uno o más módems de transmisión 22 pueden estar acoplados eléctricamente a una pluralidad de instrumentos 18 para detectar y transmitir uno o más estados del reactor. Esta disposición se puede emplear para reducir el número de módems 22 necesarios. Esta disposición se puede emplear también para proporcionar redundancia mediante acoplamiento eléctrico de un instrumento a los múltiples módems 22 (y por tanto, teniendo cada módem acoplado eléctricamente a múltiples instrumentos 18).

15 El módem receptor 26 está instalado en el extremo "abandonado" (es decir, el conector eléctrico 10) de los cables de indicación de la posición de las varillas existentes situados en la pared de la cavidad del reactor 14 (figura 3). Preferiblemente, cada uno de los módems de recepción 26 está instalado dentro de la línea de visión de cada uno de los módems de transmisión 22 correspondientes. Esta línea de transmisión de visión generalmente minimiza los requisitos de energía y la posibilidad de interferencias con las señales transmitidas.

20 Cada uno de los módems de recepción 26 puede suministrar energía ya sea desde la tensión de la fuente existente del sistema de cables de indicación de la posición de las varillas existentes, de manera parasitaria desde el sistema cable de alimentación asociado, o desde una(s) fuente(s) de energía alternativa(s) o dedicada(s). En una realización preferida a cada extremo del cable de señal existente se le asigna un módem discreto 26. Es decir, si había cincuenta cables de señal, habría cincuenta módems de transmisión 22 y cincuenta módems de recepción 26. Debe apreciarse que los módems 22, 26 podrían combinarse en un número menor de módems más grandes. También debe apreciarse que la presente invención puede incorporarse en otros sistemas de instrumentación de cable confinados que se beneficiarían de la eliminación de conjuntos de cables de interconexión (por ejemplo, sin limitación, la indicación de nivel de la vasija del reactor, monitores de confinamiento en el área y cámaras de ionización). En instalaciones con dos o más instrumentos de indicación de nivel independientes para un mecanismo particular, un instrumento podría estar equipado de acuerdo con la presente invención, mientras que el segundo u otros podrían permanecer sin cambios. Esta disposición proporcionaría una redundancia adicional al sistema utilizando hardware independiente.

30 Aunque se han descrito realizaciones específicas de la invención en detalle, se apreciará por los expertos en la materia que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas a dichos detalles a la vista de las enseñanzas generales de la descripción. En consecuencia, las disposiciones particulares descritas están destinadas a ser ilustrativas y no limitar el alcance de la invención, a la que se le debe dar toda la amplitud de las reivindicaciones adjuntas.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de vigilancia de un estado de una vasija de presión de reactor nuclear dispuesta en un ambiente radiactivo, que comprende:
  - 5 detectar un estado de la vasija de presión del reactor con un instrumento; transmitir una señal indicativa del estado de la vasija de presión del reactor desde el instrumento a un módem de transmisión inalámbrico dispuesto en el ambiente radiactivo y alimentado de manera parasitaria desde un cable de alimentación asociado con un mecanismo de accionamiento de varilla de control;
  - 10 transmitir de manera inalámbrica una señal indicativa del estado de la vasija de presión del reactor desde el módem de transmisión a un módem de recepción en la línea de visión del módem de transmisión;
  - 15 transmitir una señal indicativa del estado de la vasija de presión del reactor desde el módem de recepción a una unidad de procesamiento de señal; y
  - 20 determinar el estado de la vasija de presión del reactor a partir de la señal transmitida de forma inalámbrica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la transmisión inalámbrica comprende una transmisión infrarroja.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estado de la vasija de presión del reactor se detecta mediante una pluralidad de instrumentos conectados operativamente con una pluralidad de módems de transmisión y en el que una pluralidad de módems de transmisión inalámbricos transmiten señales a una pluralidad de módems de recepción conectados operativamente con la unidad de procesamiento de señal para la determinación del estado de la vasija de presión del reactor.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estado de la vasija de presión del reactor se detecta mediante una pluralidad de instrumentos conectados operativamente con un módem de transmisión y en el que el módem de transmisión transmite una señal a un módem de recepción conectado operativamente con la unidad de procesamiento de señal para determinar el estado de la vasija de presión del reactor.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estado de la vasija de presión del reactor se determina durante las operaciones de generación de energía.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estado de la vasija de presión del reactor se determina mientras la vasija de presión del reactor se desmonta.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el módem de transmisión de energía se conecta con un segundo módem de transmisión de energía para que el segundo módem de transmisión siga funcionando en caso que su fuente de alimentación falle.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estado vigilado es uno de: la posición de las varillas de control, la temperatura en bruto del agua refrigerante, el nivel del agua refrigerante, el nivel de radiación, y el nivel de la cámara de iones.
9. Un reactor nuclear que comprende una vasija de presión de reactor nuclear, un mecanismo de accionamiento de varilla de control y un sistema de vigilancia del estado de una vasija de presión de reactor nuclear dispuesta en un medio ambiente radiactivo, comprendiendo el sistema:
  - 35 un instrumento estructurado para vigilar un estado de la vasija de presión del reactor nuclear;
  - 40 un módem de transmisión inalámbrico dispuesto en el ambiente radiactivo y configurado para ser alimentado de manera parasitaria desde un cable de alimentación asociado con un mecanismo de accionamiento de varilla de control, estando acoplado el módem de transmisión inalámbrico eléctricamente al instrumento;
  - 45 un módem de recepción en la línea de visión del módem de transmisión, estando el módem de recepción, durante su uso, en comunicación inalámbrica con el módem de transmisión; y
  - una unidad de procesamiento de señal acoplada eléctricamente con el módem de recepción, estando la unidad de procesamiento de señal estructurada para determinar el estado de la vasija de presión del reactor nuclear desde el instrumento.
10. Reactor nuclear según la reivindicación 9, en el que el estado de la vasija de presión del reactor se detecta mediante una pluralidad de instrumentos conectados operativamente con una pluralidad de módems de transmisión inalámbricos; estando adaptada la pluralidad de módems de transmisión inalámbricos para transmitir señales a una pluralidad de módems de recepción conectados operativamente con la unidad de procesamiento de señal para la determinación del estado de la vasija de presión del reactor.
11. Reactor nuclear según la reivindicación 9, en el que el instrumento comprende una pluralidad de instrumentos, estando cada instrumento estructurado para vigilar un estado de la vasija de presión del reactor nuclear.

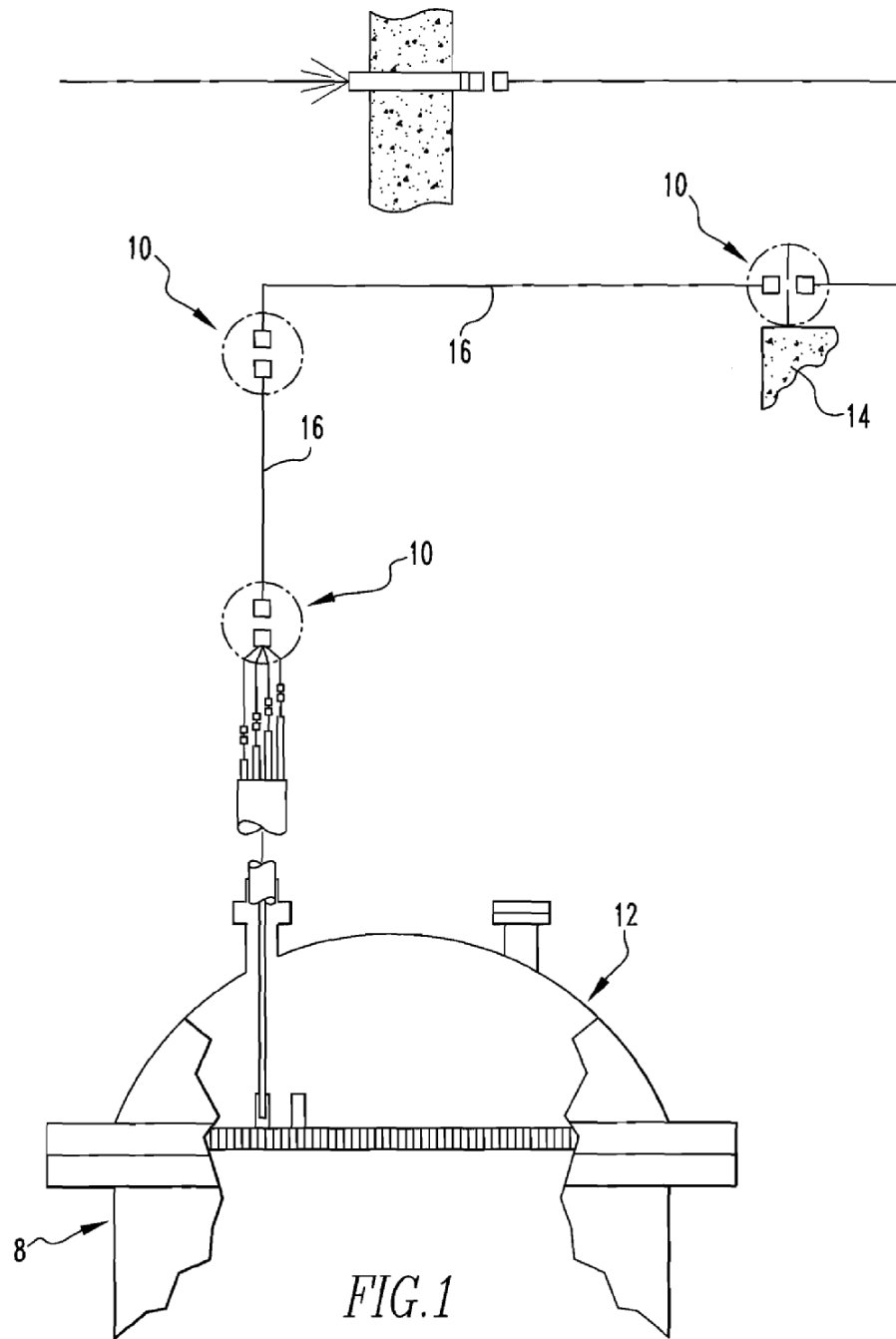


FIG.1

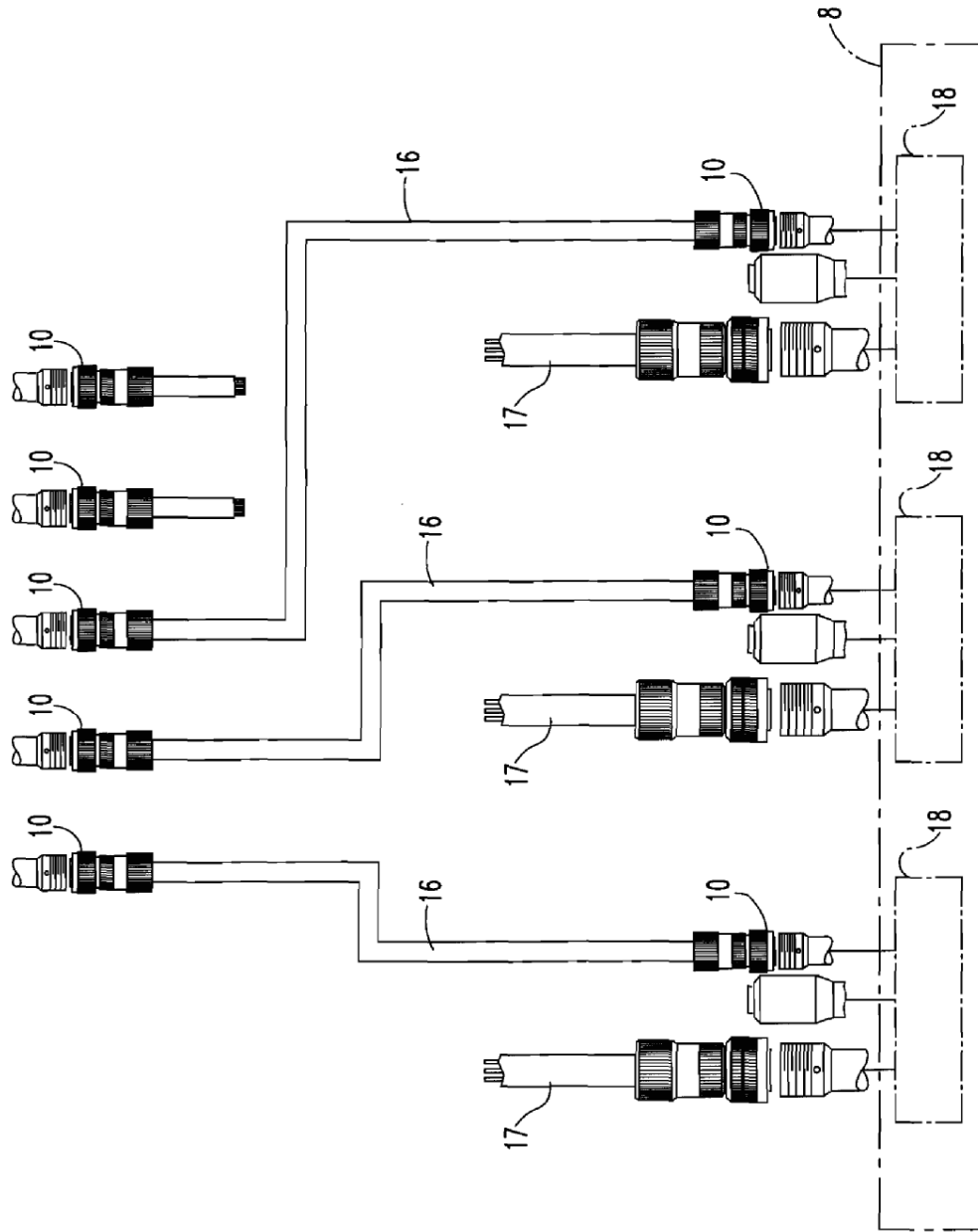


FIG.2

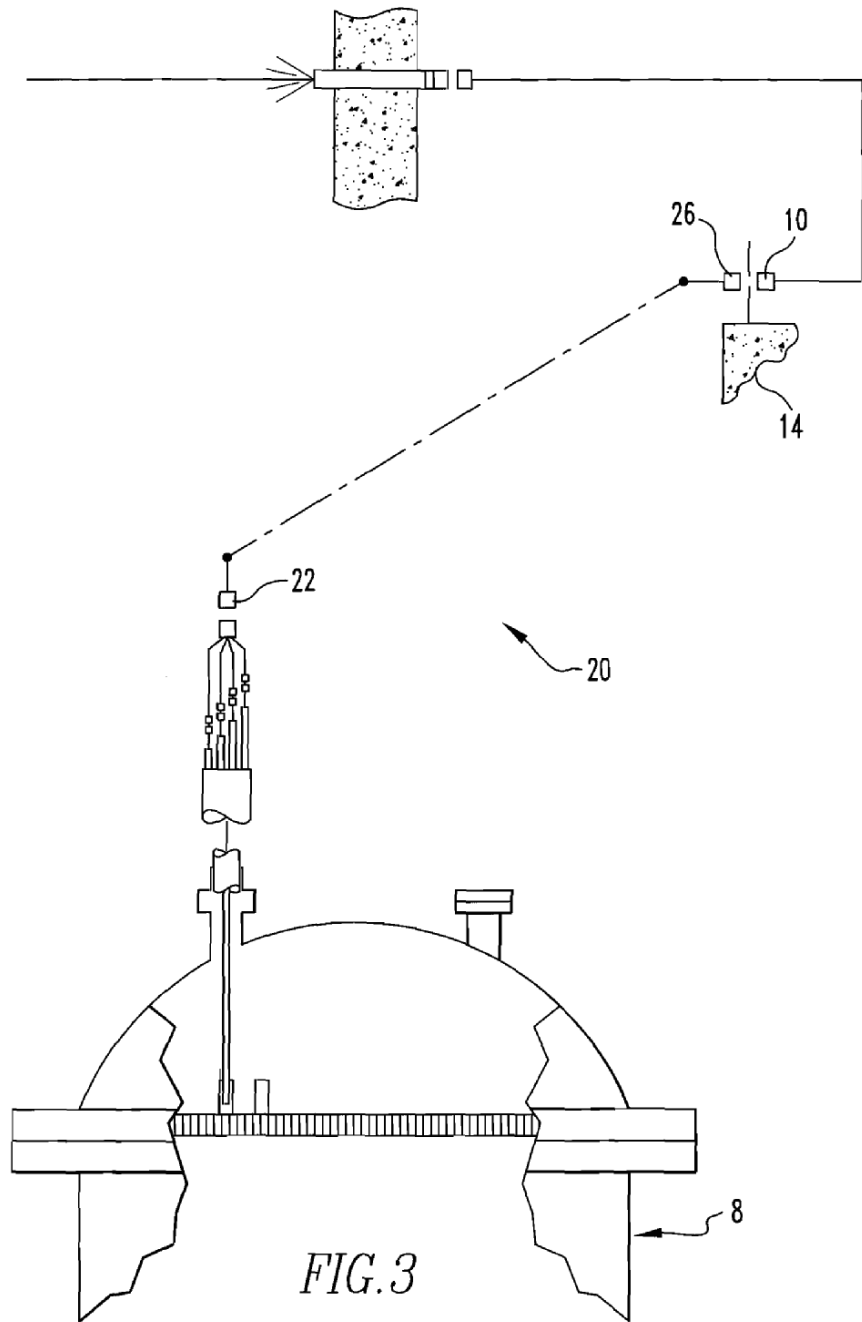




FIG. 4

