

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 270**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/20** (2006.01)

**G01F 23/74** (2006.01)

**G21C 7/10** (2006.01)

**G21C 17/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2011** **E 11788031 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014** **EP 2638365**

54 Título: **Sistema de medición de posición para la detección de una posición relevante de un elemento de guiado que se desplaza linealmente**

30 Prioridad:

**10.11.2010 DE 102010050765**

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

**25.04.2014**

73 Titular/es:

**AREVA GMBH (100.0%)  
Paul-Gossen-Strasse 100  
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**REYMANN, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 457 270 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

Sistema de medición de posición para la detección de una posición relevante de un elemento de guiado que se desplaza linealmente

5 La invención se refiere a un sistema de medición de posición para la detección de una posición relevante, en particular de una posición máxima y mínima, de un elemento de guiado que se desplaza linealmente.

10 En una instalación nuclear, por ejemplo, en una central nuclear, se usan barras de control desplazables linealmente para controlar las reacciones en cadena de procesos de desintegración nuclear en un reactor, en los que se emite una radiación corpuscular, en particular radiación de neutrones, mediante la absorción de la radiación. Cuanto más se empujan tales barras de control, que típicamente están dispuestas empaquetadas en grupos, entre los elementos fisionables nucleares, se absorben fracciones tanto mayores de la radiación corpuscular que impulsa la reacción en cadena, de modo que la reacción en cadena se desarrolla correspondientemente más lentamente y en la posición extendida completa de las barras de control se puede paralizar de forma ideal. El estado y desarrollo de la reacción en cadena dependen por consiguiente de las posiciones extendidas de las barras de control desplazables linealmente y están determinados por éstas. Un conocimiento exacto de las posiciones de las barras de control, en particular de las respectivas posiciones extendidas máximas, es relevante por consiguiente para una regulación del estado de funcionamiento y por consiguiente en particular para la seguridad.

15 Los sistemas de medición para las barras de control comprenden en general dispositivos para la aplicación de procedimientos de medición inductivos electromagnéticamente, en los que se usa respectivamente que la modificación temporal de un campo magnético induce una tensión eléctrica en un conductor eléctrico. Un dispositivo semejante comprende habitualmente una o varias bobinas primarias para la facilitación de un campo magnético semejante. El campo magnético se modifica debido a una barra de control en la zona del campo magnético, lo que conduce a que se modifique la tensión inducida en las bobinas de inducción dispuestas a lo largo del recorrido de desplazamiento lineal. A partir de la magnitud de la tensión inducida se puede determinar la posición de la barra de control. Para la detección de la posición final inferior y/o la superior de la barra de control están adaptados la mayoría de las veces grupos separados de bobinas cuyas señales de medición se transmiten a través de líneas separadas respectivamente hacia la unidad de valoración. Una señal de tensión de estas bobinas da información acerca de si la barra de control ha alcanzado la posición final inferior o la superior.

20 Una desventaja del sistema de medición de posición arriba representado se basa en que para la detección de las posiciones de la barra de control es necesaria una multiplicidad de bobinas secundarias, cuyas líneas de señalización se deben sacar de la zona interior del reactor, el así denominado recipiente de contención. En particular las bobinas para la detección de las posiciones finales de la barra de control requieren líneas de medición adicionales. Además, es desventajoso que, en función de la posición real de la barra de control, la señal de tensión de la bobina de inducción varí continuamente en el entorno de la posición extendida mínima o máxima en el lado final de la barra de control. Por consiguiente, mediante la magnitud de la señal de tensión se puede inferior de forma burda sobre la posición extendida mínima o máxima de la barra de control; pero la señal todavía está presente en forma atenuada cuando la barra de control ya no se sitúa en su posición extendida mínima o máxima, por ejemplo, luego cuando la barra de control se ha arrastrado un cierto tramo fuera del reactor. El procedimiento de medición inductivo con frecuencia es por ello demasiado inexacto para una detección precisa y unívoca de la posición final.

30 El objetivo de la invención es especificar un sistema de medición de posición para la detección de una posición relevante, en particular una posición extrema, de una barra de control que se desplaza a lo largo de un camino rectilíneo, para el que sea necesaria un número lo más bajo posible de líneas de medición y que sea lo más exacto y fiable posible. El sistema de medición de posición debería poderse integrar en particular de manera sencilla en sistemas de medición de posición inductivos existentes.

El objetivo se resuelve según la invención mediante las características de la reivindicación 1.

45 La invención parte de la reflexión de acoplar localmente un campo magnético con la barra de guiado con la ayuda de un elemento magnético y detectar, mediante una detección del campo magnético a través de un elemento de contacto Reed externo conectado de forma fija con el sistema de guiado, la posición correspondiente de la barra de guiado respecto al sistema de guiado. En particular se pueden detectar de esta manera los valores de posición discretos de la barra de guiado, por ejemplo, una posición extrema.

50 Como posición de la barra de guiado se define la situación de un punto de referencia estacionario respecto a la barra de guiado, teniendo el punto de referencia exactamente una coordenada local respecto al camino rectilíneo. El punto de referencia se selecciona en el lugar de la barra de guiado en el que está dispuesto un elemento magnético cualquiera, pero seleccionado de forma fija. En el caso de sólo un elemento magnético esta selección es unívoca. La selección especial mencionada en último término del punto de referencia no representa una limitación de la generalidad. Con otra selección del punto de referencia los valores de posición medidos se desplazan en comparación a los valores en la selección especial del punto de referencia en una longitud constante, que se da por la distancia entre el elemento magnético y el punto de referencia.

Además, la detección de la posición es unívoca dado que el elemento de contacto Reed reacciona detectando luego

y sólo luego cuando un campo magnético está en el rango de detección, cuya intensidad de campo en el lugar del elemento de contacto Reed es más grande que el valor umbral. En caso de una modificación de posición de la barra de guiado, que es mayor que la precisión de separación espacial del elemento de contacto Reed, no tiene lugar por consiguiente una señalización continua del elemento de contacto Reed. Mejor dicho se hace posible una información binaria fiable del tipo “¿se ha alcanzado la posición final: si / no?”.

Si varios elementos de contacto Reed están instalados en uno y el mismo sitio del sistema de guiado, entonces se aumenta correspondientemente el grado de redundancia de una detección de posición. Un sistema de medición de posición según la invención se puede realizar en principio con un grado de redundancia elevado y correspondientemente es seguro. Sin embargo, en este caso se debe contar debido al sistema con la desventaja de un número mayor de líneas.

Además, el sistema de medición de posición según la invención se puede combinar con sistemas conocidos para la medición de posición, en particular con sistemas para la aplicación de procedimientos de medición inductivos, pudiéndose recurrir en particular a líneas de señalización ya existentes (uso múltiple).

El elemento magnético está configurado preferentemente como un imán permanente. Para un imán permanente no son necesarios, al contrario que en una bobina que forma un electroimán, conductores eléctricos que se deban sacar del recipiente de contención como líneas adicionales junto o en la barra de guiado. El número de líneas adicionales posibles que se deben sacar del recipiente de contención para el sistema de medición de posición queda limitado por consiguiente a los elementos sensores.

Convenientemente el elemento magnético está conectado con la barra de guiado en el lado final. En una posición semejante el elemento magnético se puede conectar de forma especialmente sencilla con la barra de guiado y puede estar incorporado, por ejemplo como imán permanente, sobre la barra de guiado en el lado final en forma de una placa magnética o un disco circular magnético. Además, por consiguiente se puede detectar la posición extrema de la barra de guiado por un elemento de contacto Reed en el lugar de una desviación extrema posible del lado final correspondiente de la barra de guiado respecto al sistema de guiado.

Por ello el rango de detección de al menos un elemento de contacto Reed detecta oportunamente la barra dispuesta en la posición extrema en el lado final.

En una realización apropiada del sistema de medición de posición, la barra de guiado se puede mover entre una posición extendida mínima y una posición extendida máxima a lo largo del camino rectilíneo. Mediante elementos sensores localizados apropiadamente se pueden detectar por consiguiente las dos posiciones extendidas extremas de la barra de guiado.

Un elemento de contacto Reed que se usa en el marco de la invención con sensor sin contacto comprende dos láminas de contacto cuyo núcleo está formado respectivamente en general de metal ferromagnético. Un campo magnético en el rango del elemento de contacto Reed, provocado por el imán permanente en la barra de control, conduce a una atracción de las dos láminas de contacto. Si la intensidad del campo magnético sobrepasa un valor umbral, entonces entre las dos láminas de contacto se configura un cierre de contacto, de modo que puede fluir una corriente eléctrica de control a través del control. Para la mejora de la conductividad y para evitar un cierre de contacto anticipado, las láminas de contacto están revestidas con un metal noble, por ejemplo, cobre o plata, o están encerradas en un matriz de vidrio evacuado o lleno con gas de protección. Los elementos de contacto Reed se pueden escalar sobre un amplio rango de magnitud y están disponibles de forma robusta y económica.

En una realización según la invención del sistema de medición de posición, al menos un elemento de contacto Reed está conectado con una disposición de circuitos eléctricos, la cual está conectada con una unidad de valoración y/o control, así como comprende un número de bobinas de inducción eléctricas. La(s) bobina(s) de inducción eléctrica(s) esta(n) configurada(s) para la aplicación de un proceso de medición inductivo. Mediante la conexión técnica de circuitos se puede excitar y controlar la o cada bobina de inducción con el elemento de contacto Reed a través de una y la misma unidad de control. De esta manera se puede conseguir un elevado grado de redundancia y/o una elevada resolución espacial en la determinación de la posición, sin que se deban sacar líneas eléctricas adicionales del recipiente de contención.

Además, la disposición de circuitos comprende según la invención al menos una unidad de resistencia óhmica que configura un circuito en serie con al menos una bobina de inducción, y que configura un bucle de circuito con al menos un sensor de contacto. Dado que también la bobina presenta una resistencia óhmica, la resistencia total en un circuito en serie a partir de la unidad de resistencia óhmica y la bobina de inducción se da como la suma de las dos resistencias. Dado que el sensor de contacto forma un bucle de circuito con la unidad de resistencia óhmica, la unidad de resistencia óhmica se puentea y por consiguiente cortocircuita en caso de sensor de contacto cerrado, de modo que en este caso sólo la resistencia óhmica de la bobina de inducción entra en la resistencia total medible. La topología de la disposición de circuitos representa por consiguiente una detección del sensor de contacto respecto a una modificación de la resistencia discontinua, de modo que se puede reconocer, por ejemplo, el alcance de una posición extrema de la barra de guiado mediante una modificación brusca semejante del valor de la resistencia, una modificación tal se puede medir con medios sencillos.

En una ampliación especialmente apropiada del sistema de medición de posición, la disposición de circuitos comprende dos unidades de resistencia óhmicas que configuran un circuito en serie con una bobina de inducción, estando conectada respectivamente una de las dos resistencia óhmicas con respectivamente uno lado final (extremo de conexión) de la bobina de inducción, y comprendiendo una multiplicidad de sensores de contacto, configurando cada sensor de contacto con las resistencias óhmicas un bucle de circuito. En particular se dan dos sensores de contacto, y cada sensor de contacto forma un bucle de circuito con justo una unidad de resistencia óhmica. Una topología del circuito semejante representa un caso especial de la topología del circuito expuesta en el último párrafo, que son apropiadas para la identificación de dos señales de sensor diferentes, por ejemplo, con la finalidad de la detección de una posición mínima y una máxima de la barra de guiado. En particular las dos unidades de resistencia óhmicas presentan diferentes valores de resistencia óhmica, de modo que en la magnitud de la modificación del valor de la resistencia total se puede reconocer cual de los dos sensores de contacto forma un cierre de contacto eléctrico. Si se dan más de dos sensores de contacto, entonces existen para al menos una unidad de resistencia óhmica más de un bucle de circuito. El cortocircuito de la unidad de resistencia óhmica se efectúa luego cuando sólo uno de los sensores de contacto configura un cierre de contacto eléctrico. Esto es apropiado en particular para el aumento del grado de redundancia cuando se solapan los rangos de detección de los dos sensores de contacto.

Además, la unidad de control comprende convenientemente una fuente de corriente para la alimentación de una corriente eléctrica continua en la disposición de circuitos, y/o comprende una primera unidad de medición para la detección de la fracción de tensión continua de una tensión total en la disposición de circuitos, y/o comprende una segunda unidad de medición para la detección de la fracción de tensión alterna en una tensión total en la disposición de circuitos. A partir de la tensión continua detectada mediante la primera unidad de medición y su desarrollo temporal y a partir de la corriente continua alimentada en la disposición de circuitos, cuya magnitud se conoce, se puede determinar el valor de resistencia óhmica de la disposición de circuitos y su desarrollo temporal. En particular se determinan por consiguiente los desarrollos discontinuos y por consiguiente detecciones de uno o de cada sensor de contacto. La segunda unidad de medición detecta en particular una tensión alterna inducida por la bobina de inducción de un campo magnético alterno. De este modo se puede determinar en particular el desarrollo temporal de la amplitud de la tensión alterna y por consiguiente se pueden inferir acerca de una modificación del campo magnético alterno inducido. Lo último es objeto de un proceso de medición inductivo.

La unidad de control está conectada con una segunda disposición de circuitos, disposición de circuitos que comprende una bobina eléctrica, y la unidad de control está configurada preferentemente para la formación y control de una corriente eléctrica en la segunda disposición de circuitos. Una disposición de circuitos semejantes es apropiada en particular para la realización de un proceso de medición inductivo. Por ello la unidad de control genera una corriente eléctrica alterna que se conduce a través de la bobina eléctrica (bobina primaria) e induce en este caso un campo magnético alterno.

Además, la bobina eléctrica está orientada y dispuesta preferentemente en paralelo al camino rectilíneo. Por ejemplo, la bobina puede estar configurada para el cerco del camino rectilíneo, por lo que un campo magnético inducido por la bobina rodea esencialmente completamente el camino.

En una realización conveniente del sistema de medición de posición, la barra de guiado se da como una barra de control de una instalación nuclear, y el sistema de guiado comprende un tubo de guiado estable a la presión, que circunda la barra de control. Un sistema de medición semejante sirve para la medición de posición, preferentemente redundante, de una barra de control, en particular para la medición y verificación de una posición final. En la zona de la posición final están conectados convenientemente por contacto concluyente varios elementos de contacto Reed con el lado exterior del tubo de guiado, y la bobina eléctrica circunda convenientemente el tubo de guiado. La posición de una barra de control desplazable linealmente en el tubo de guiado se puede detectar de forma inductiva mediante la unidad de control y las disposiciones de circuitos. El alcance y mantenimiento de la posición final se detecta por los elementos de contacto Reed mediante los que se mide la primera disposición de circuitos y se valor con la ayuda de la unidad de control.

Durante el funcionamiento del sistema de medición de posición se genera un campo magnético preferiblemente con un elemento magnético conectado con la barra de guiado en el lado final, y se detecta un campo magnético con un elemento sensor conectado con el sistema de guiado.

En este caso mediante la unidad de control se genera oportunamente una tensión alterna primaria, la tensión alterna se alimenta en la disposición de circuitos, en la bobina de inducción se genera una tensión de inducción, con la unidad de control se determina la resistencia óhmica de la disposición de circuitos, con el sensor de contacto debido a un campo magnético en el lugar del sensor de contacto se cierra eléctricamente por contacto concluyente un bucle de circuito y con la unidad de control se determina una modificación de la fracción de tensión continua de una tensión total en la disposición de circuitos.

Las ventajas obtenidas con la invención consisten en particular en especificar un sistema de medición diversificado respecto a los sistemas de medición habituales hasta ahora para la determinación de la posición de las barras en un reactor nuclear, que se las arregla con un número especialmente bajo de líneas y pasos del recipiente de contención mediante el uso múltiple de vías de transmisión de señales existentes, y que trabaja de forma especialmente robusta

y al mismo tiempo exacta y fiable en particular con el uso de contactos o sensores Reed.

A continuación se representa un ejemplo de realización de un sistema de medición de posición según la invención.

En este caso muestran respectivamente en representaciones esquemáticas simplificadas:

- 5 Fig. 1 un sistema de medición de posición para la detección de una posición extrema  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  de una barra de control,
- Fig. 2 el sistema de medición de posición según la fig. 1 con líneas de campo magnético dibujadas de un imán permanente montado en la barra de control,
- Fig. 3 una vista parcial del sistema de medición de posición según la fig. 1 con una unidad de control y con una primera y una segunda disposición de circuitos pertinentes, y
- 10 Fig. 4 una vista en detalle de una zona parcial de la unidad de control, así como la primera disposición de circuitos pertinente.

Las piezas correspondientes unas a otras en las fig. 1 a fig. 4 están provistas de referencias idénticas.

15 La fig. 1 muestra un sistema de medicación de posición 1 para la detección de una posición extrema  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  de una barra de control 3 desplazable linealmente a lo largo del camino rectilíneo  $x$  entre la posición extendida mínima  $x_{\min}$  y una posición extendida máxima  $x_{\max}$  respecto a un sistema de guiado 2 fijo. La posición de la barra de control 3 está identificada en este caso con la coordenada de un punto de referencia  $x_0$  respecto del camino rectilíneo  $x$ . El punto de referencia  $x_0$  se sitúa en el lado final de la barra de control 3 y la caracteriza. El sistema de guiado 2 comprende un tubo de guiado 4 estable a la presión, que reviste la barra de control 3. En la zona de la posición extendida mínima y la máxima  $x_{\min}$  o  $x_{\max}$  están dispuestos respectivamente un primer elemento de contacto Reed 5, así como complementariamente un segundo elemento de contacto Reed 6. Los dos elementos de contacto Reed 5 y 6 se sitúan en un entorno  $U_x$  del camino rectilíneo  $x$ . En la zona del punto de referencia  $x_0$  está dispuesto un imán permanente 7 sobre la barra de control 3. En la posición extendida mínima  $x_{\min}$  de la barra de control 3, el punto de referencia  $x_0$  se sitúa en  $x_{\min}$  y, en la posición extendida máxima  $x_{\max}$  de la barra de control 3, el punto de referencia  $x_0$  se sitúa en  $x_{\max}$ . En ambos casos los elementos de contacto Reed 5 y 6 configuran un cierre de contacto eléctrico debido al campo magnético del imán permanente. Además, se puede ver una pared de presión 10 de un reactor nuclear, conectada con el sistema de medición de posición 1.

30 En paralelo al tubo de guiado 4 está dispuesta una bobina eléctrica 8 que está adaptada para la formación de un campo magnético alterno, sirviendo el campo magnético alterno para un proceso de medición inductivo. La bobina 8 se designa también como bobina primaria que genera el campo. Además, una multiplicidad de bobinas de inducción 9, que se designan también como bobinas secundarias, está dispuesta en paralelo al tubo de guiado 4 en el que se induce respectivamente una señal de tensión eléctrica a partir de un campo magnético alterno. El sistema de las bobinas 8 y 9 sirve de manera conocida para la determinación de la posición de la barra de control 3 sobre su recorrido en la dirección  $x$  para un número de posiciones intermedias situadas entre las posiciones extremas  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  y eventualmente también para las posiciones extremas  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  mismas. El número de las bobinas de inducción 9 dispuestas una tras otra a lo largo de la dirección  $x$  determina en este caso la resolución espacial de la medición de posición. La supervisión de la posición final por el contrario se asume de manera redundante diversa o también exclusivamente o en principio por los elementos de contacto Reed 5, así como eventualmente por los elementos de contacto Reed 6 redundantes. A fin de minimizar las líneas necesarias los elementos de contacto Reed 5 están conectados en este caso de manera específica en el circuito eléctrico de las bobinas de inducción 9 y están conectados con una unidad de valoración y/o control 11 apropiada, según se clarifica mediante la descripción siguiente. Para la simplificación de la descripción sólo se considera en este caso una única bobina de inducción 9. Pero es posible sin más la generalización a varias bobinas de inducción, por ejemplo, conectadas eléctricamente en serie como en la fig. 1 ó 2.

45 La fig. 2 muestra el sistema de medición de posición 1 según la fig. 1 con el desarrollo de las líneas de campo del campo magnético  $H$  del imán permanente 7. Todos los otros detalles son idénticos a los detalles en la fig. 1.

50 En la fig. 3 está representada una vista parcial del sistema de medición de posición 1 según la fig. 1 con una unidad de control 11 y con una primera y una segunda disposición de circuitos 12 ó 13 pertinentes. Entre las dos disposiciones de circuitos 12 y 13 está representada la barra de control 3 con el imán permanente 7 conectado con ella en el lado final, sólo estando ilustrada aquí la disposición de la barra de control 3 y no correspondiéndose con ella en la disposición geométrica real. La primera disposición de circuitos 12 comprende una bobina de inducción 9, que está conectada en serie con una primera unidad de resistencia óhmica  $R_1$  y con una segunda unidad de resistencia óhmica  $R_2$ , estando conectada respectivamente una de las unidades de resistencia óhmicas  $R_1$ ,  $R_2$  con respectivamente un lado final de la bobina de inducción 9. La primera unidad de resistencia óhmica  $R_1$  y la segunda unidad de resistencia óhmica  $R_2$  configuran con respectivamente un elemento de contacto Reed 5 un primer o segundo bucle de circuito 14 ó 15. Según cual de los elementos de contacto Reed está abierto o cerrado, lo que depende de la posición de la barra de control 3, compárense las fig. 1 y fig. 2, en el primer caso está abierto el bucle de circuito 14 y cerrado el bucle de circuito 15, en el segundo caso está cerrado el bucle de circuito 14 y abierto el

bucle de circuito 15, y en el tercer caso está abierto el primer bucle de circuito 14 y abierto el bucle de circuito 15.

Si los elementos de contacto Reed representados se corresponden a aquellos en las fig. 1 y fig. 2 para las posiciones extremas de la barra de control 3, entonces sólo se puede producir uno de los casos en un instante dado, según la posición de la barra de control 3. En el primer caso la unidad de resistencia  $R_1$  está cortocircuitada eléctricamente, en el segundo caso la unidad de resistencia  $R_2$  está cortocircuitada eléctricamente, en el tercer caso no está cortocircuitada eléctricamente ninguna de las unidades de resistencia  $R_1$ ,  $R_2$ , de modo que la resistencia óhmica total  $\sum R$  del circuito en serie se da según el caso a partir de la suma de los valores de resistencia óhmica de la bobina de inducción 9 y de la segunda unidad de resistencia  $R_2$  o de la primera unidad de resistencia  $R_1$  o de la primera y segunda unidad de resistencia  $R_1$  y  $R_2$ . Si en particular los valores de resistencia óhmica de las dos unidades de resistencia óhmicas  $R_1$ ,  $R_2$  se seleccionan diferentes uno de otro, entonces el valor de la suma de resistencias  $\sum R$  es diferente uno de otro para todos los casos. La unidad de control 11 presenta un grupo de circuitos 16 para la determinación del valor de la suma de resistencias  $\sum R$ , véase la fig. 4.

La segunda disposición de circuitos 13 comprende la bobina eléctrica 8, que está configurada mediante una corriente eléctrica alterna  $I_{AC}$  formada por la unidad de control 11 para la facilitación de un campo magnético alterno. Un campo magnético alterno induce una tensión alterna en la bobina de inducción 9, que se puede valorar en el grupo de circuitos 16, véase la fig. 4.

La fig. 4 muestra una vista en detalle del grupo de circuitos 16, que está asignado a la unidad de control 11 y que está conectado con la primera disposición de circuitos 12, véase la fig. 3. El grupo de circuitos 16 comprende una fuente de corriente 17 para la facilitación de una corriente continua  $I_{DC}$  en la disposición de circuitos 12, una primera unidad de medición 18 para la detección de la fracción de tensión continua  $U_{DC}$  de la tensión total  $U$  presente en la disposición de circuitos 12, y una segunda unidad de medición 19 para la detección de la fracción de tensión alterna  $U_{AC}$  de la tensión total  $U$  presente en la disposición de circuitos 12. Los otros detalles se corresponden con los detalles en la fig. 3. La inductancia  $L$  de la bobina de inducción 9 está caracterizada por separado. Con la ayuda de la fuente de corriente y de la primera unidad de medición 18 se determina la resistencia óhmica total  $\sum R$  de la disposición de circuitos 12. Por ello se puede detectar, según se explica arriba, de forma fiable el alcance de las posiciones finales  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ . Con la ayuda de la segunda unidad de medición 19 se determina la tensión alterna  $U_{AC}$  que se induce en la inductancia  $L$ . Por consiguiente también se puede(n) supervisar la(s) posición (posiciones) fijada(s) por la disposición de la(s) bobina(s) 9 entre las dos posiciones finales  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ .

Mediante la incorporación de los elementos de contacto Reed 5 en el circuito eléctrico de bobinas de la primera disposición de circuitos 12 y el uso múltiple proporcionado con ello de vías de transmisión de señal ya presentes se ahorran líneas separadas para los elementos de contacto Reed 5 activos como interruptores de posición final o detectores de posición final. También se puede decir que el sistema de determinación de posición inductivo, conocido en sí se amplía con las bobinas 8 y 9 de esta manera sin aumento del número de líneas en un sistema de medición de la posición final diversificado, es decir, basado en otro principio de funcionamiento. En lugar de las posiciones finales  $x_{min}$ ,  $x_{max}$  se podrían supervisar naturalmente también otras posiciones relevantes con la ayuda de los elementos de contacto Reed. En lugar de los elementos de contacto 5, 6 también se podrían usar otros interruptores o sensores de posición final, para puentear eléctricamente las unidades de resistencia  $R_1$ ,  $R_2$  en caso necesario y en función de la posición de la barra de control 3.

Se entiende que los diagramas de circuitos son de naturaleza esquemática, y que la unidad electrónica correspondiente presentaría en la práctica componentes adicionales, pero que no tienen una importancia decisiva para el principio de funcionamiento que interesa aquí.

**Lista de referencias**

- 1 Sistema de medición de posición
- 2 Sistema de guiado
- 3 Bara de guiado, barra de control
- 4 Tubo de guiado
- 5 Elemento sensor, sensor de contacto, elemento de contacto Reed
- 6 Elemento de contacto Reed
- 7 Elemento magnético, imán permanente
- 8 Bobina eléctrica
- 9 Bobina de inducción
- 10 Pared de presión

	11	Unidad de control
	12	Primera disposición de circuitos
	13	Segunda disposición de circuitos
	14	Primer bucle de circuito
5	15	Segundo bucle de circuito
	16	Grupo de circuitos
	17	Fuente de corriente
	18	Primera unidad de medición
	19	Segunda unidad de medición
10		
	X	Camino rectilíneo
	$x_{\min}$	Posición extrema, posición extendida mínima
	$x_{\max}$	Posición extrema, posición extendida máxima
	$x_0$	Punto de referencia
15	$U_x$	Entorno del camino rectilíneo
	H	Campo magnético
	$R_1$	Primera unidad de resistencia óhmica
	$R_2$	Segunda unidad de resistencia óhmica
	$\Sigma R$	Resistencia total, suma de resistencias
20	$I_{AC}$	Corriente alterna
	$I_{DC}$	Corriente continua
	U	Tensión total
	$U_{AC}$	Tensión alterna, fracción de tensión alterna
	$U_{DC}$	Tensión continua, fracción de tensión continua
25	L	Inductancia

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Sistema de medición de posición (1) para la detección de una posición relevante ( $x_{min}$ ,  $x_{max}$ ) de una barra de guiado (3) extendida a lo largo de un camino rectilíneo (x) y que se desplaza a lo largo del camino rectilíneo (x), respecto a un sistema de guiado (2), con un número de elementos de contacto Reed (5) y con al menos un elemento magnético (7), en el que
- el elemento magnético (7) está adaptado a la formación de un campo magnético (H),
  - el elemento magnético (7) está conectado con la barra de guiado (3),
  - el o cada elemento de contacto Reed (5) está configurado respectivamente dentro de un rango de detección para la detección de un campo magnético (H), cuya intensidad de campo en el lugar del elemento de contacto Reed (5) es mayor que un valor umbral predefinido, y
  - al menos un elemento de contacto Reed (5) está conectado con el sistema de guiado (2) y está dispuesto en un entorno ( $U_x$ ) del camino (x),
- 10 en el que además está presente un sistema de medición inductivo para la determinación de posición de la barra de guiado (3), que presenta un número de bobinas de inducción eléctricas (9), y en el que está presente una disposición de circuitos (12) que comprende al menos una unidad de resistencia óhmica ( $R_1$ ,  $R_2$ ),
- que configura un circuito en serie (12) con al menos una de las bobinas de inducción (9), y
  - que configura un bucle de circuito (14, 15) con al menos uno de los elementos de contacto Reed (5), en el que el bucle de circuito (14, 15) puentea y por consiguiente cortocircuita la unidad de resistencia óhmica ( $R_1$ ,  $R_2$ ) cuando se cierra el de contacto Reed (5).
- 15
- 20 2.- Sistema de medición de posición (1) según la reivindicación 1, en el que el elemento magnético (7) está configurado como un imán permanente.
- 3.- Sistema de medición de posición (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el elemento magnético (7) está conectado con la barra de guiado (3) en el lado final.
- 25 4.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el rango de detección de al menos un elemento de contacto Reed (5) detecta la barra de guiado (3) dispuesta en la posición relevante ( $x_{min}$ ,  $x_{max}$ ) en el lado final.
- 5.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la barra de guiado (3) se puede mover entre una posición extendida mínima ( $x_{min}$ ) y una posición extendida máxima ( $x_{max}$ ).
- 30 6.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la disposición de circuitos (12)
- comprende dos unidades de resistencia óhmicas ( $R_1$ ,  $R_2$ ) que configuran un circuito en serie (12) con una bobina de inducción (9), en el que respectivamente una de las dos unidades de resistencia óhmicas ( $R_1$ ,  $R_2$ ) está conectada con respectivamente un lado final de la bobina de inducción (9), y
  - comprende una multiplicidad de elementos de contacto Reed (5), en el que cada elemento de contacto Reed (5) configura con una de las unidades de resistencia óhmicas ( $R_1$ ,  $R_2$ ) un bucle de circuito (14, 15).
- 35
- 7.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 con un grupo de circuitos (16) para la determinación de la resistencia óhmica total ( $\Sigma R$ ) de la disposición de circuitos (12).
- 8.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 con una unidad de control (11), que comprende
- una fuente de corriente (17) para la alimentación de una corriente continua ( $I_{DC}$ ) en la disposición de circuitos (12), y
  - una primera unidad de medición (18) para la detección de la fracción de tensión continua ( $U_{DC}$ ) de una tensión total (U) en una disposición de circuitos (12), y
  - una segunda unidad de medición (19) para la detección de la fracción de tensión alterna ( $U_{AC}$ ) de una tensión total (U) en una disposición de circuitos (12).
- 40
- 45 9.- Sistema de medición de posición (1) según la reivindicación 8, en el que la unidad de control (11)
- está conectada con una segunda disposición de circuitos (13), disposición de circuitos (13) que comprende una bobina eléctrica (8), y

- está configurada para la formación y control de una corriente eléctrica ( $I_{AC}$ ) en la disposición de circuitos (13).

10.- Sistema de medición de posición (1) según la reivindicación 9, en el que la bobina eléctrica (8) está orientada y dispuesta en paralelo al camino rectilíneo (x).

11.- Sistema de medición de posición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que

- 5
- la barra de guiado (3) se da como barra de control (3) de una instalación nuclear, y
  - el sistema de guiado (2) comprende un tubo de guiado (4) estable a la presión que rodea la barra de control (3).

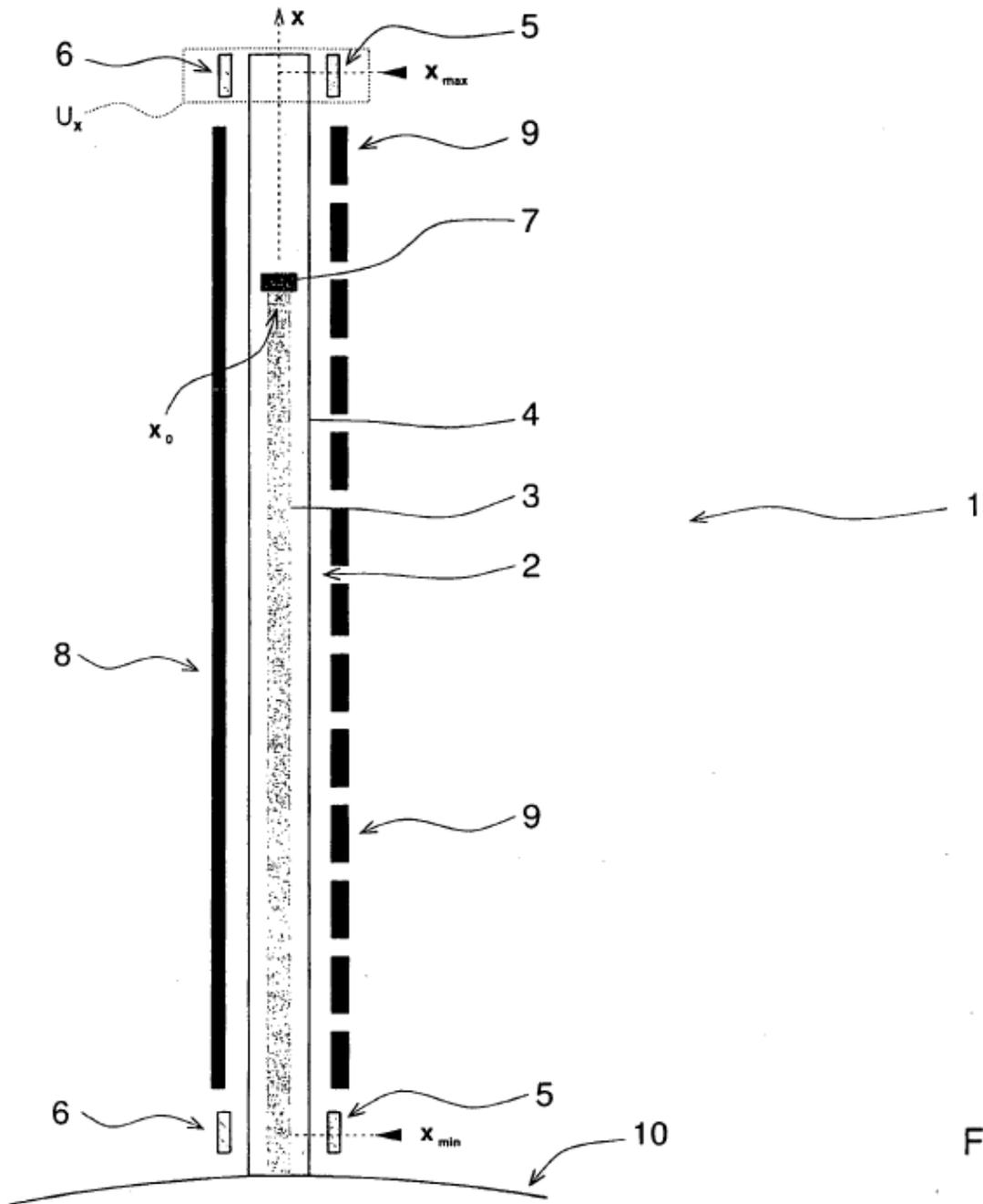


Fig. 1

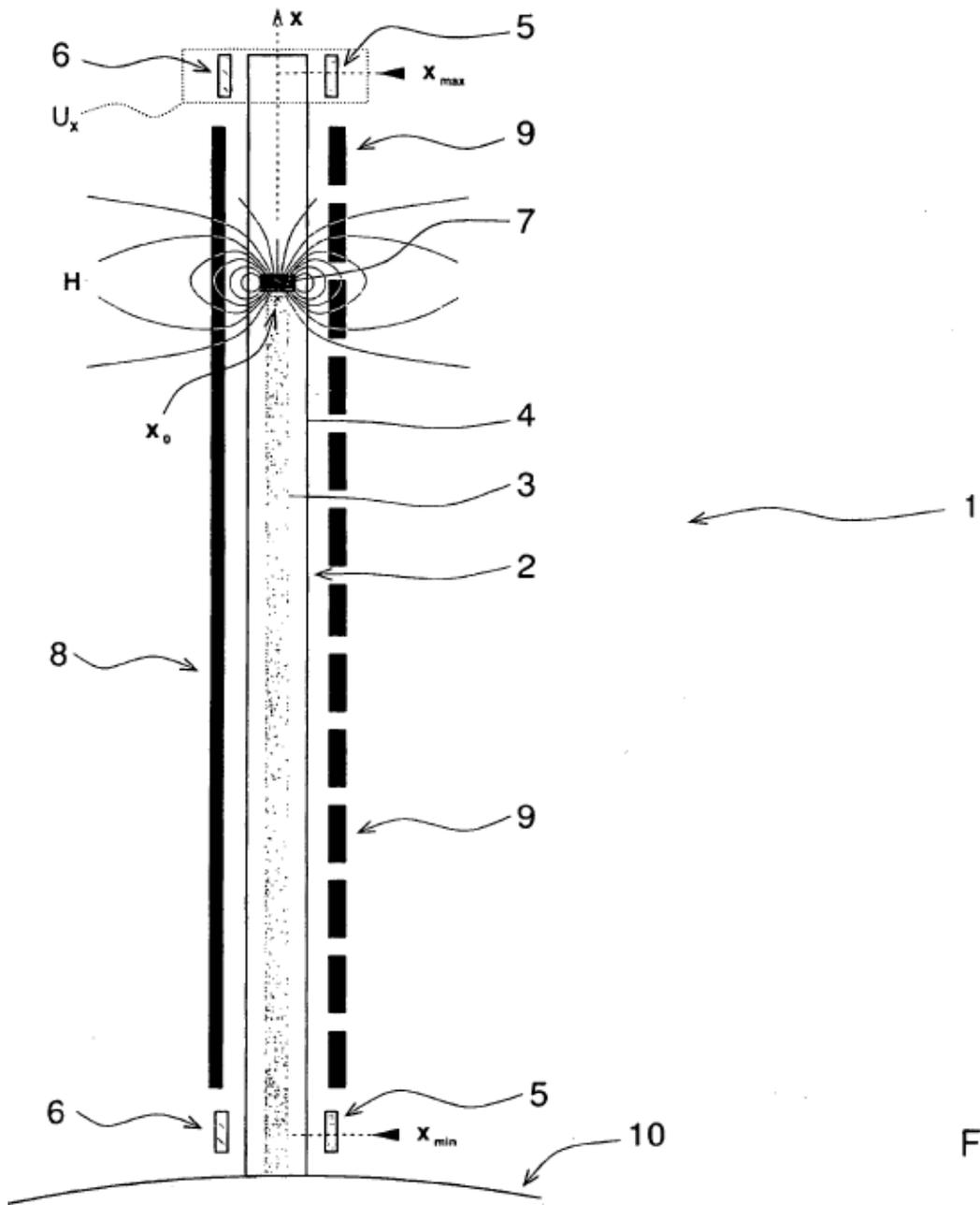


Fig. 2

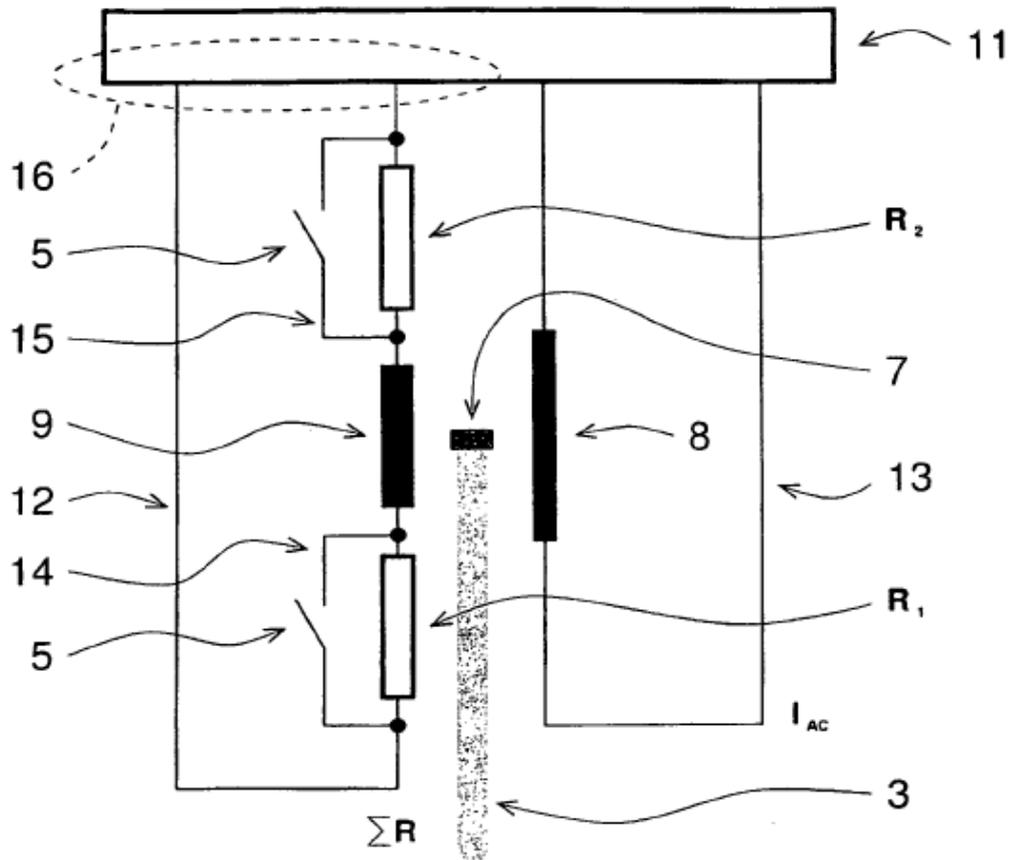


Fig. 3

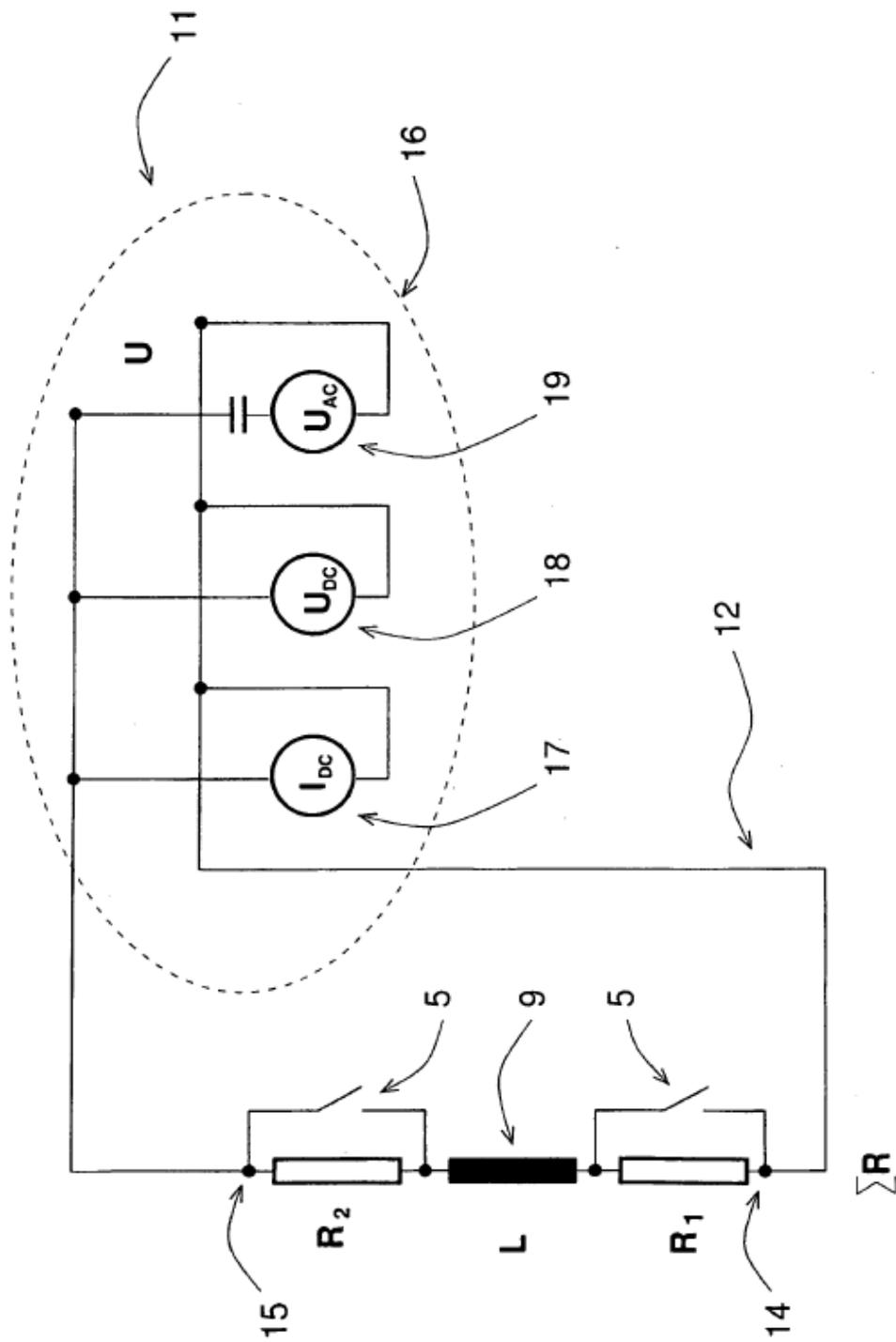


Fig. 4