

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 919**

51 Int. Cl.:

H01B 7/32 (2006.01)

H01B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016** **E 16171148 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018** **EP 3104373**

54 Título: **Cable de alta intensidad y procedimiento para determinar el grado de desgaste de cables de alta intensidad**

30 Prioridad:

10.06.2015 DE 102015109194

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

17.04.2018

73 Titular/es:

**DUNG, ARNDT (100.0%)
Heuland 54
58093 Hagen, DE**

72 Inventor/es:

DUNG, ARNDT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 663 919 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

Cable de alta intensidad y procedimiento para determinar el grado de desgaste de cables de alta intensidad

5 La invención se refiere a un cable de alta intensidad para hornos accionados eléctricamente, instalaciones para procedimientos de refusión por electroescoria y hornos de reducción así como a un procedimiento para la determinación del grado de desgaste de un cable de alta intensidad para hornos accionados eléctricamente e instalaciones de refusión por electroescoria.

10 Los cables de alta intensidad se conocen en una configuración variada por el estado de la técnica, por ejemplo por el documento DE 10 2011 016 966 A1. A este respecto, se usan en particular cables de alta intensidad correspondientes para conectar el lado secundario de un transformador de una instalación de alta intensidad correspondiente con un electrodo o un brazo portador para un electrodo de un horno de cuchara o de arco eléctrico u otro componente accionado con corriente de alta intensidad. A este respecto, los hornos de cuchara más pequeños presentan normalmente tres fases y están conectados con dos cables de alta intensidad por fase. En el caso de hornos mayores se usan habitualmente hasta cuatro cables de alta intensidad por fase.

15 A este respecto, en particular para instalaciones mayores es importante que el funcionamiento tenga lugar sin averías ni pausas de funcionamiento asociadas con ello, no deseadas, dado que por un lado tales interrupciones reducen la rentabilidad de las instalaciones y por otro lado también conducen a interrupciones de funcionamiento de las siguientes etapas de procesamiento, por ejemplo una instalación de colada y por consiguiente a altas pérdidas económicas. Las instalaciones del estado de la técnica se hacen funcionar hasta la fecha, hasta que se produce una avería de un cable, habitualmente en forma de la rotura de un cable de alta intensidad de este tipo.

20 Sin embargo, esto conduce no solo a interrupciones regulares de funcionamiento, sino que también puede conducir a un daño de toda la instalación. En particular, la carga de los demás cables de alta intensidad en el caso de la avería de uno de los cables de alta intensidad aumenta bruscamente, lo que puede conducir al menos a un desgaste aumentado e incluso a la avería de cables de alta intensidad adicionales.

25 Una solución alternativa del problema de cables de alta intensidad que se averían regularmente del estado de la técnica consiste en un cambio rutinario de todos los cables de alta intensidad tras un número predeterminado de horas de funcionamiento. Sin embargo, para evitar de manera segura una avería de un cable, es necesario realizar un cambio de los cables mucho antes de alcanzar un posible límite de carga. Sin embargo, un cambio frecuente de este tipo de todos los cables de alta intensidad conduce a un aumento no deseado de los costes operativos.

30 Por tanto, la invención se basa en el objetivo de proporcionar un procedimiento sencillo así como un cable de alta intensidad, que posibilite un funcionamiento sin perturbaciones y rentable, que proteja la instalación frente a daños así como no haga necesario un cambio rutinario de cables de alta intensidad y por consiguiente conduzca a menores costes operativos.

35 El objetivo se alcanza según la invención mediante un dispositivo según la reivindicación 1 así como un procedimiento según la reivindicación 12. Perfeccionamientos ventajosos de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

40 El cable de alta intensidad para hornos accionados eléctricamente e instalaciones para procedimientos de refusión por electroescoria presenta al menos un elemento de conducción eléctrica, una línea de alimentación dispuesta en una primera posición del elemento de conducción para una corriente de medición así como una línea de retorno dispuesta en una segunda posición del elemento de conducción para la corriente de medición. Además, en el elemento de conducción están dispuestos un primer y un segundo punto de medición, estando asociado con el primer punto de medición un primer medio de transmisión para una primera señal de medición así como estando asociado con el segundo punto de medición un segundo medio de transmisión para una segunda señal de medición.

45 A este respecto, el cable de alta intensidad según la invención posibilita ventajosamente una medición regular del estado del elemento de conducción, con lo que puede determinarse de manera especialmente sencilla el desgaste del cable de alta intensidad, sin que para ello el cable de alta intensidad tenga que desmontarse de la instalación, lo que conduciría a un aumento considerable de los costes operativos así como de los tiempos de avería de la instalación. Además, la disposición estacionaria de los puntos de medición así como de la línea de alimentación y de la línea de retorno posibilita una capacidad de medición especialmente precisa y que puede reproducirse bien del cable de alta intensidad individual. En el cable de alta intensidad según la invención, la línea de alimentación y/o la línea de retorno están dispuestas al menos por secciones en un aislamiento o un revestimiento del cable de alta intensidad, con lo que se obtiene una capacidad de manejo especialmente sencilla del cable de alta intensidad y al mismo tiempo se evita una variación de las señales de medición debido a líneas que conducen corriente, que discurren de manera diferente una con respecto a otra.

50 En el procedimiento según la invención, para la determinación del grado de desgaste de un cable de alta intensidad para hornos accionados eléctricamente o para instalaciones de refusión por electroescoria tiene lugar en primer lugar una desconexión de una alta intensidad para el funcionamiento del horno o de la instalación así como una introducción de una corriente de medición a través de una línea de alimentación asociada con un elemento de conducción del cable de alta intensidad en una primera posición así como por medio de una línea de retorno

dispuesta en una segunda posición del elemento de conducción. A continuación se realiza una medición de al menos una señal de medición en dos puntos de medición separados entre sí, dispuestos en el elemento de conducción, y finalmente se lleva a cabo una evaluación de la señal de medición y una determinación del grado de desgaste del cable de alta intensidad.

5 El procedimiento según la invención posibilita ventajosamente medir regularmente el cable de alta intensidad durante el funcionamiento o en breves pausas de funcionamiento, por ejemplo para llenar el horno, y por consiguiente determinar el desgaste que ya se ha producido del cable de alta intensidad. De este modo se evitan por un lado averías de funcionamiento no deseadas debido a averías de un cable de alta intensidad y a este respecto se evita al mismo tiempo la vida útil de todos los cables de alta intensidad mediante la ausencia de picos de corriente o de tensión debido a la avería de un cable de alta intensidad individual. Por otro lado, el cable de alta intensidad puede utilizarse por su tiempo de funcionamiento máximo, de modo que es innecesario un cambio prematuro y por consiguiente pueden reducirse los costes operativos. Finalmente, la disposición firme de la línea de alimentación y de la línea de retorno así como de los dos puntos de medición en el cable de alta intensidad posibilita mediciones especialmente precisas, que no son posibles en los dispositivos del estado de la técnica, dado que por un lado a la medición de un cable de alta intensidad convencional dentro de una instalación se oponen las resistencias de contacto variables del cable con respecto a la instalación y por otro lado debido a ligeras variaciones de las posiciones de medición no es posible una serie de mediciones precisas, reproducibles.

20 Por un cable de alta intensidad se entiende básicamente cada cable, que es adecuado para conducir una corriente de alta intensidad, en particular con una intensidad de corriente mayor de 0,5 kA, preferentemente mayor de 1 kA, de manera especialmente preferente mayor de 5 kA y de manera muy especialmente preferente mayor de 10 kA. A este respecto, el cable de alta intensidad puede estar configurado en primer lugar de cualquier manera. Así, el cable de alta intensidad puede no estar refrigerado, refrigerado por agua o refrigerado por aire. Además, el cable de alta intensidad puede tanto estar formado por un elemento de conducción eléctrica, como comprender un elemento de conducción eléctrica así como un aislamiento o un revestimiento. Básicamente, un cable de alta intensidad puede presentar en primer lugar cualquier longitud, sin embargo, la longitud de un cable de alta intensidad asciende preferentemente a 1 - 15 m, de manera especialmente preferente a 2,5 - 12,5 m y de manera muy especialmente preferente a 4 - 10 m.

30 En el caso del elemento de conducción eléctrica se trata básicamente de un elemento constructivo o un grupo constructivo del cable de alta intensidad, que está previsto para conducir la alta intensidad. Para ello, el elemento de conducción eléctrica está formado de manera preferente esencialmente de metal, de manera especialmente preferente de una aleación de cobre y de manera muy especialmente preferente esencialmente de cobre puro. Básicamente, el elemento de conducción eléctrica puede presentar cualquier forma, en particular cualquier sección transversal. Sin embargo, el elemento de conducción eléctrica presenta preferentemente una sección transversal redonda, cuyo diámetro asciende a entre 100 mm² y 10.000 mm², preferentemente entre 200 mm² y 9.000 mm² y de manera especialmente preferente entre 250 mm² y 7.500 mm².

40 Por un horno accionado eléctricamente se entiende en primer lugar cualquier instalación, en la que se usa una alta intensidad para el funcionamiento, para generar altas temperaturas en el interior de la instalación o que puede usarse para procesar un metal o una sustancia que contiene metal bajo la acción de altas temperaturas. En particular, a este respecto se trata de instalaciones para fundir y tratar metal, en particular hornos de cuchara u hornos de arco eléctrico y/o instalaciones para realizar un procedimiento de refusión por electroescoria.

45 En el caso de la línea de alimentación y de la línea de retorno se trata en cada caso de un componente, que está previsto para conducir una corriente eléctrica. Preferentemente, la línea de alimentación y la línea de retorno están formadas en cada caso esencialmente por un conductor eléctrico, de manera particularmente preferente por un cable metálico. El cable metálico está formado a este respecto preferentemente por cobre o una aleación de cobre y presenta de manera especialmente preferente un aislamiento y/o un revestimiento, en particular un plástico o una capa de barniz. De manera igualmente preferente, el diámetro de la línea de alimentación y de la línea de retorno asciende en cada caso a entre 20 mm² y 100 mm², de manera especialmente preferente a entre 25 mm² y 75 mm² y de manera muy especialmente preferente a entre 35 mm² y 50 mm². A este respecto, la línea de alimentación y la línea de retorno pueden estar formadas básicamente tanto de manera unipolar como de manera multipolar. En una configuración especialmente preferida de la invención, la línea de alimentación y la línea de retorno están formadas al menos por secciones como un único cable bipolar, en particular en cada caso en un extremo de la línea de alimentación y de la línea de retorno dirigido en sentido opuesto al elemento de conducción.

55 Según la invención, la línea de alimentación y la línea de retorno están unidas de manera eléctricamente conductora con el elemento de conducción y pueden formar conjuntamente con al menos una sección del elemento de conducción un circuito. Preferentemente, la línea de alimentación y la línea de retorno están fijadas de manera directa y estacionaria en el elemento de conducción.

60 En el caso de la corriente de medición puede tratarse en primer lugar básicamente de cualquier corriente eléctrica. Preferentemente, a este respecto se trata de una corriente constante, introducida durante una cierta duración, ascendiendo la duración preferentemente a entre 500 ms y 30 s, de manera especialmente preferente a entre 1 s y 15 s y de manera muy especialmente preferente a entre 2,5 s y 7,5 s. A este respecto, en el caso de la corriente de

medición puede tratarse tanto de una corriente continua como de una corriente alterna. En el caso de una corriente de medición en forma de corriente continua, la intensidad de corriente asciende preferentemente a entre 50 A y 1,5 kA, de manera especialmente preferente a entre 100 A y 1 kA y de manera muy especialmente preferente a entre 250 A y 750 A. En el caso de una corriente de medición en forma de corriente alterna, la frecuencia asciende preferentemente a 50 - 60 Hz o alternativamente de manera preferente a entre 100 Hz y 1 kHz, de manera especialmente preferente a entre 250 Hz y 1 kHz.

En el caso de un punto de medición se trata en primer lugar únicamente de una posición estacionaria, fijada, en el elemento de conducción, en la que puede determinarse una señal de medición. A este respecto, el primer y el segundo punto de medición están dispuestos preferentemente en la primera y/o la segunda posición o entre la primera y la segunda posición. De manera igualmente preferente, en el punto de medición está dispuesto de manera estacionaria un medio para registrar o medir una señal de medición. El medio para registrar una señal de medición es en el caso más sencillo un alambre o cable, sin embargo también puede comprender un circuito.

El medio de transmisión está conectado directa o indirectamente a través de un componente adicional, por ejemplo un medio para registrar, para medir y/o para procesar una señal de medición, por ejemplo un transductor de medición, con uno de los puntos de medición y está formado de tal manera que el medio de transmisión puede transmitir o retransmitir una señal medida en el punto de medición o datos obtenidos mediante procesamiento.

En el caso de la señal de medición puede tratarse en primer lugar de cualquier magnitud física o cualquier propiedad física. En particular, en el caso de la señal de medición puede tratarse de una corriente eléctrica. Correspondientemente, por una medición de la señal de medición se entiende la detección de una propiedad física correspondiente, por ejemplo de una corriente eléctrica. Sin embargo, la medición de una señal de medición también puede contener básicamente ya primeras etapas de una evaluación o un procesamiento de datos, por ejemplo la detección de propiedades o magnitudes eléctricas típicas de un conductor eléctrico, por ejemplo intensidad de corriente, tensión, resistencia, diferencia de tensión con respecto a otro componente, en particular de una toma de tierra, o propiedades del campo magnético resultante.

Por la evaluación de la señal de medición se entiende al menos la operación, en la que a partir de al menos una, preferentemente varias señales de medición y/o magnitudes derivadas de las mismas se determina un valor o un índice, que proporciona una explicación sobre el estado del cable de alta intensidad, en particular del elemento de conducción del cable de alta intensidad.

En el caso del grado de desgaste se trata de un valor para describir el estado del cable de alta intensidad, en particular del elemento de conducción del cable de alta intensidad, describiendo el grado de desgaste la medida de la abrasión o del desgaste con un tiempo de funcionamiento creciente de un cable de alta intensidad.

Por cortar la alta intensidad se entiende en primer lugar básicamente cualquier corte o disminución de la intensidad de corriente en el elemento de conducción del cable de alta intensidad hasta o por debajo de la intensidad de corriente de la corriente de medición. Preferentemente, el corte del cable de alta intensidad comprende una desconexión completa, de manera especialmente preferente una separación física de al menos un extremo del cable de alta intensidad de la alimentación de corriente para el funcionamiento del horno, en particular del lado secundario de un transformador. Esto puede tener lugar en particular por medio de un conmutador u otro dispositivo de conmutación mecánico o electrónico.

Por la introducción de una corriente de medición se entiende en primer lugar básicamente cualquier ajuste de la intensidad de corriente en el elemento de conducción del cable de alta intensidad hasta la intensidad de corriente de la corriente de medición. Preferentemente, la introducción de la corriente de medición tiene lugar independientemente de y/o desde otra fuente de corriente distinta a la alimentación de corriente para el funcionamiento del horno, en particular del lado secundario de un transformador para el funcionamiento del horno.

Según una configuración ventajosa del cable de alta intensidad según la invención, el primer y el segundo punto de medición están dispuestos separados entre sí a lo largo del elemento de conducción formando un tramo de medición, estableciéndose mediante la disposición estacionaria de los dos puntos de medición el tramo de medición de manera constante y por consiguiente de manera especialmente sencilla mediciones precisas reproducibles del elemento de conducción.

Según una configuración especialmente ventajosa del cable de alta intensidad según la invención, el tramo de medición presenta una longitud de entre el 95% y el 85%, preferentemente entre el 95% y el 90% y de manera especialmente preferente el 95% de la longitud del elemento de conducción, con lo que puede tener lugar una medición especialmente sencilla y precisa de las secciones conocidas como sometidas especialmente a cargas del cable de alta intensidad. Según una posible configuración adicional, la longitud del tramo de medición corresponde a la longitud del elemento de conducción y los dos puntos de medición están dispuestos en la región de en cada caso un extremo del elemento de conducción.

Según un perfeccionamiento preferido del cable de alta intensidad según la invención, el primer punto de medición está dispuesto en la primera posición y/o el segundo punto de medición está dispuesto en la segunda posición, con lo que se posibilitan mediciones especialmente precisas, dado que las posiciones de la línea de entrada o de retorno

de la corriente de medición corresponden a los puntos del elemento de conducción del cable de alta intensidad, en los que se detectan las señales de medición.

5 Según una configuración ventajosa del cable de alta intensidad según la invención, la primera posición a lo largo del elemento de conducción con respecto a la segunda posición presenta al menos una distancia de entre el 10% y el 100%, preferentemente entre el 25% y el 90% y de manera especialmente preferente entre el 35% y el 65% de la longitud del elemento de conducción.

10 De manera especialmente preferente, la línea de alimentación y/o la línea de retorno discurren en la sección del cable de alta intensidad dentro de un aislamiento o un revestimiento, en el que la línea de alimentación y/o la línea de retorno están guiadas en paralelo al elemento de conducción del cable de alta intensidad. Además, tanto la línea de alimentación como la línea de retorno salen preferentemente del aislamiento o del revestimiento del cable de alta intensidad en una posición común, estando formadas la línea de alimentación y la línea de retorno a este respecto de manera especialmente preferente como un cable bipolar. Sin embargo, básicamente tanto la línea de alimentación como la línea de retorno están conectadas solo en la primera o la segunda posición de manera conductora con el elemento de conducción del cable de alta intensidad.

15 Según un perfeccionamiento especialmente preferido igualmente del cable de alta intensidad según la invención, el primer y/o el segundo medio de transmisión están dispuestos al menos por secciones en un aislamiento o un revestimiento del cable de alta intensidad, con lo que se obtiene una capacidad de manejo especialmente sencilla del cable de alta intensidad y al mismo tiempo se evita una variación de las señales de medición debido a líneas que conducen corriente que discurren de manera diferente una con respecto a otra. De manera igualmente preferente, 20 ambos medios de transmisión salen del aislamiento o del revestimiento del cable de alta intensidad en una posición común, de modo que ambos medios de transmisión pueden conectarse de manera especialmente sencilla con un dispositivo para detectar y/o para evaluar la señal de medición.

25 Según una configuración ventajosa del cable de alta intensidad según la invención, al menos uno, preferentemente ambos medios de transmisión comprenden una línea de medición eléctrica, que presenta preferentemente un núcleo de metal, en particular cobre, por ejemplo comprende alambre de cobre o cordón de cobre y presenta de manera especialmente preferente además un aislamiento. De manera igualmente preferente, el diámetro del núcleo de metal asciende a entre 0,5 mm² y 10 mm², de manera especialmente preferente a entre 1 mm² y 5 mm² y de manera muy especialmente preferente a 2,5 mm².

30 Según una configuración ventajosa adicional del cable de alta intensidad según la invención, al menos uno, preferentemente ambos medios de transmisión comprenden un conductor óptico, en particular un cable de fibra de vidrio, estando dispuesto de manera especialmente preferente en cada conductor óptico un transductor de medición para convertir una señal eléctrica en una óptica, con lo que se posibilita ventajosamente una transmisión de datos especialmente rápida y por ejemplo no influida por inducción y por consiguiente se mejora la exactitud de la medición. De manera igualmente preferente, el transductor de medición está dispuesto en la región del punto de 35 medición y de manera especialmente preferente el transductor de medición está dispuesto completamente dentro de un revestimiento o aislamiento del cable de alta intensidad.

40 Según una configuración preferida del cable de alta intensidad según la invención, en el primer y/o en el segundo punto de medición están dispuestos un elemento de conexión que se encuentra en contacto eléctrico con el elemento de conducción del cable de alta intensidad para un aparato de medición o una línea de medición, con lo que se posibilitan de manera especialmente sencilla mediciones adicionales o la detección de valores de medición adicionales. Por un elemento de conexión, a este respecto se entiende en primer lugar cualquier dispositivo, que está previsto para conectar una línea de medición o un aparato de medición. En particular, el elemento de conexión comprende preferentemente una región que está en contacto eléctrico con el elemento de conducción así como un dispositivo de cierre que cubre completamente esta región, que puede abrirse, aislante en el estado cerrado, 45 posibilitando el dispositivo de cierre un acceso eléctrico al elemento de conducción, en particular mediante un aislamiento y/o un revestimiento del cable de alta intensidad.

50 Según un perfeccionamiento ventajoso del cable de alta intensidad según la invención, una bobina de Rogowski o un cinturón de Rogowski está dispuesto rodeando el elemento de conducción, estando dispuesta la bobina de Rogowski de manera especialmente preferente dentro de un aislamiento o revestimiento del cable de alta intensidad. Esto posibilita ventajosamente la detección de valores de medición adicionales, en particular de la intensidad de corriente del cable de alta intensidad atravesado en funcionamiento por una corriente de medición o una alta intensidad.

55 Según un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento según la invención, el corte de la alta intensidad tiene lugar por medio de un contactor, activándose de manera especialmente preferente por medio del contactor al mismo tiempo la introducción de la corriente de medición. Esto posibilita ventajosamente en una etapa de procedimiento común el corte de la alta intensidad así como la introducción de la corriente de medición. De manera especialmente preferente, a este respecto se encuentra una separación de potencial entre el circuito de alta intensidad para el funcionamiento de la instalación y el circuito de corriente de medición.

Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, la medición comprende una detección de una caída de tensión, de una diferencia de tensión y/o de una reactancia inductiva, con lo que de manera especialmente sencilla puede detectarse una variación de la estructura del cable de alta intensidad, en particular del elemento de conducción del cable de alta intensidad.

- 5 Según una configuración igualmente preferida del procedimiento según la invención, la evaluación comprende una observación de una variación de la señal a lo largo de un intervalo de tiempo y/o con respecto a una referencia, en particular con respecto a valores medidos en una toma de tierra blindada. De manera muy especialmente preferente en pausas de funcionamiento de la instalación, por ejemplo entre la fusión de diferentes aleaciones de metal en un horno accionado eléctricamente, se lleva a cabo en cada caso una medición del cable de alta intensidad conectado y se estudia una variación de los valores de medición a lo largo del tiempo, que puede indicar un indicio de una variación del cable de alta intensidad, en particular un desgaste del elemento de conducción.

- 10 En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento según la invención se miden sucesivamente varios elementos de conducción aislados entre sí de un cable de alta intensidad o varios cables de alta intensidad de una instalación eléctrica de alta intensidad, en particular de un horno accionado eléctricamente, y a continuación se evalúan las señales de medición para cada elemento de conducción o cada cable de alta intensidad individualmente y/o unos respecto a otros.

A continuación se explicará más detalladamente un ejemplo de realización del dispositivo según la invención así como del procedimiento según la invención con respecto al dibujo. En la figura muestra:

la figura 1, una representación esquemática de un cable de alta intensidad.

- 20 La primera forma de realización, representada en la figura 1, de un cable de alta intensidad 1 presenta un elemento de conducción eléctrica 2 así como un revestimiento 9 que rodea el elemento de conducción eléctrica 2.

El elemento de conducción eléctrica 2 está formado a este respecto por una aleación de cobre y presenta una sección transversal redonda con un diámetro de 7.500 mm². La longitud del elemento de conducción eléctrica 2 asciende a 8 m.

- 25 En la región de un primer extremo del cable de alta intensidad 1, una línea de alimentación 3 formada por cobre, que presenta un diámetro de 50 mm², está conectada de manera estacionaria con el elemento de conducción eléctrica 2 directamente en una primera posición 5a. La línea de alimentación 3 presenta una longitud de 2 m y está prevista para introducir una corriente de medición con una intensidad de corriente de 100 A en el elemento de conducción eléctrica 2.

- 30 En la región de un segundo extremo del cable de alta intensidad 1, una línea de retorno 4 está dispuesta de manera estacionaria y directamente en el elemento de conducción en una segunda posición 5b, equivaliendo la línea de retorno 4 en particular en el diámetro y en el material a la línea de alimentación 3. La línea de retorno presenta a este respecto una longitud de aproximadamente 8 m.

- 35 La línea de alimentación 3 y la línea de retorno 4 están dispuestas ambas en los extremos dirigidos en cada caso hacia el elemento de conducción eléctrica 2 dentro del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1, guiándose en particular la línea de retorno 4 a través de un tramo de aproximadamente 6 m en paralelo al elemento de conducción eléctrica 2 dentro del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1 hacia la línea de alimentación 3, de modo que la línea de alimentación 3 y la línea de retorno 4 abandonan el revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1 en una posición común. La parte que se encuentra fuera del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1 de la línea de alimentación 3 y de la línea de retorno 4 forma un único cable bipolar rodeado por un aislamiento 10 de plástico, presentando esta parte de la línea de alimentación 3 y de la línea de retorno 4 una longitud de aproximadamente 1,8 m.

- 40 La distancia de la primera posición 5a con respecto a la segunda posición 5b a lo largo del elemento de conducción eléctrica 2 asciende a este respecto a aproximadamente 6 m y por consiguiente al 80% de la longitud del elemento de conducción eléctrica 2.

En la región del primer extremo del cable de alta intensidad 1 y en la primera posición 5a está dispuesto un primer punto de medición 6a, al que está conectado de manera eléctricamente conductora con el elemento de conducción eléctrica 2 un primer transductor de medición 11, dispuesto dentro del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1.

- 45 En la región del segundo extremo del cable de alta intensidad 1 está dispuesto un segundo punto de medición 6b con un segundo transductor de medición 12, de modo que la distancia entre el primer punto de medición 6a y el segundo punto de medición 6b a lo largo del eje longitudinal del elemento de conducción eléctrica 2 asciende a 6 m.

- 50 Los dos transductores de medición 11, 12 transforman a este respecto una señal eléctrica registrada en cada caso por el elemento de conducción eléctrica 2 en los dos puntos de medición 6a, 6b en una señal óptica. La señal óptica se introduce entonces desde el primer transductor de medición 11 en un primer medio de transmisión 7 y desde el segundo transductor de medición 12 en un segundo medio de transmisión 8, formándose ambos medios de

transmisión 7, 8 mediante una línea de fibra de vidrio.

5 Los dos medios de transmisión 7, 8 discurren por secciones en los extremos dirigidos hacia los transductores de medición 11, 12 dentro del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1, discurrendo en particular el segundo medio de transmisión 8 en paralelo al elemento de conducción eléctrica 2 dentro del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1 hacia el primer medio de transmisión 7, de modo que el primer medio de transmisión 7 y el segundo medio de transmisión 8 salen en una posición común del revestimiento 9 del cable de alta intensidad 1.

10 Una medición para la determinación del grado de desgaste del cable de alta intensidad 1 tiene lugar cortándose en primer lugar una alta intensidad necesaria para el funcionamiento de una instalación correspondiente en el cable de alta intensidad 1 e introduciendo a continuación a través de la línea de alimentación 3 así como la línea de retorno 4 una corriente de medición con una intensidad de corriente de 100 A durante una duración de al menos 5 s.

15 Mientras se aplica la corriente de medición en el elemento de conducción eléctrica 2, en particular entre la primera posición 5a y la segunda posición 5b, en cada caso en el primer y en el segundo punto de medición 6a, 6b se determina mediante los dos transductores de medición 11, 12 al menos la tensión en el elemento de conducción eléctrica 2 con respecto a una toma de tierra blindada, en cada caso se convierte en una señal óptica y se retransmite por medio de ambos medios de transmisión 7, 8 a una unidad de evaluación.

En la unidad de evaluación se evalúan a continuación las señales medidas y se determina un índice para el grado de desgaste del cable de alta intensidad 1, basándose la evaluación al menos en la variación temporal de una caída de tensión determinada en el marco de varias mediciones diferentes entre el primer punto de medición 6a y el segundo punto de medición 6b.

20 Además, en el marco de la evaluación está previsto medir todos los cables de alta intensidad 1 incorporados en la instalación en primer lugar individual y sucesivamente así como determinar en primer lugar para cada cable de alta intensidad 1 independientemente del cable de alta intensidad 1 adicional el respectivo índice para el grado de desgaste del cable de alta intensidad 1. A continuación, las señales de medición y/o los índices de los cables de alta intensidad 1 individuales también pueden relacionarse además entre sí, para obtener a través de un cable de alta intensidad 1 individual información adicional sobre el estado de toda la instalación.

25

Números de referencia

- 1 cable de alta intensidad
- 2 elemento de conducción eléctrica
- 3 línea de alimentación
- 30 4 línea de retorno
- 5a primera posición
- 5b segunda posición
- 6a primer punto de medición
- 6b segundo punto de medición
- 35 7 primer medio de transmisión
- 8 segundo medio de transmisión
- 9 revestimiento
- 10 aislamiento
- 11 primer transductor de medición
- 40 12 segundo transductor de medición

REIVINDICACIONES

1. Cable de alta intensidad (1) para hornos accionados eléctricamente, instalaciones para procedimientos de refusión por electroescoria y hornos de reducción, con
- al menos un elemento de conducción eléctrica (2),
- 5 - una línea de alimentación (3) dispuesta en una primera posición (5a) del elemento de conducción (2) para una corriente de medición y
- una línea de retorno (4) dispuesta en una segunda posición (5b) del elemento de conducción (2) para la corriente de medición,
- 10 - un primer y un segundo punto de medición (6a, b) dispuestos en el elemento de conducción así como
- un primer medio de transmisión (7) asociado con el primer punto de medición (6a) para una primera señal de medición así como un segundo medio de transmisión (8) asociado con el segundo punto de medición (6b) para una segunda señal de medición
- caracterizado porque** la línea de alimentación (3) y/o la línea de retorno (4) están dispuestas al menos por secciones en un aislamiento o un revestimiento (9) del cable de alta intensidad (1).
- 15 2. Cable de alta intensidad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer y el segundo punto de medición (6a, b) están dispuestos separados entre sí a lo largo del elemento de conducción (2) formando un tramo de medición.
- 20 3. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tramo de medición presenta una longitud de entre el 10% y el 100%, preferentemente entre el 25% y el 90% y de manera especialmente preferente entre el 35% y el 65% de la longitud del elemento de conducción (2).
- 25 4. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer punto de medición (6a) está dispuesto en la primera posición (5a) y/o el segundo punto de medición (6b) está dispuesto en la segunda posición (5b).
- 30 5. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera posición (5a) presenta a lo largo del elemento de conducción (2) con respecto a la posición (5b) al menos una distancia de entre el 10% y el 100%, preferentemente entre el 25% y el 90% y de manera especialmente preferente entre el 35% y el 65% de la longitud del elemento de conducción (2).
- 35 6. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** tanto la línea de alimentación (3) como la línea de retorno (4) salen del aislamiento o del revestimiento (9) del cable de alta intensidad (1) en una posición común.
- 40 7. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer y/o el segundo medio de transmisión (7, 8) están dispuestos al menos por secciones en un aislamiento o un revestimiento (9) del cable de alta intensidad (1) y a este respecto preferentemente ambos medios de transmisión (7, 8) salen del aislamiento o del revestimiento (9) del cable de alta intensidad (1) en una posición común.
- 45 8. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno, preferentemente ambos medios de transmisión (7, 8) comprenden un conductor eléctrico.
- 50 9. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno, preferentemente ambos medios de transmisión (7, 8) comprenden un conductor óptico, en particular un cable de fibra de vidrio, estando dispuesto preferentemente en cada conductor óptico un transductor de medición (11, 12) para convertir una señal eléctrica en una óptica.
- 55 10. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el primer y/o en el segundo punto de medición (6a, b) está dispuesto un elemento de conexión que está en contacto eléctrico con el elemento de conducción (2) del cable de alta intensidad (1) para un aparato de medición o una línea de medición.
- 60 11. Cable de alta intensidad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una bobina de Rogowski está dispuesta rodeando el elemento de conducción (2), estando dispuesta la bobina de Rogowski preferentemente dentro de un aislamiento o revestimiento (9) del cable de alta intensidad (1).
- 65 12. Procedimiento para la determinación del grado de desgaste de un cable de alta intensidad para hornos accionados eléctricamente y para instalaciones de refusión por electroescoria, con las etapas de
- desconectar una alta intensidad para el funcionamiento del horno o de la instalación,
 - introducir una corriente de medición a través de una línea de alimentación conectada con un elemento de conducción del cable de alta intensidad en una primera posición así como por medio de una línea de retorno dispuesta en una segunda posición del elemento de conducción,
 - medir al menos una señal de medición en dos puntos de medición separados entre sí, dispuestos en el

elemento de conducción,

- evaluar la señal de medición y determinar el grado de desgaste del cable de alta intensidad.

5 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el corte de la alta intensidad tiene lugar por medio de un contactor, activándose preferentemente por medio del contactor al mismo tiempo la introducción de la corriente de medición.

14. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** la medición comprende una detección de una caída de tensión, de una diferencia de tensión y/o de una reactancia inductiva.

10 15. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 12 - 14, **caracterizado porque** la evaluación comprende una observación de una variación de la señal a lo largo de un intervalo de tiempo y/o con respecto a una referencia, en particular con respecto a valores medidos en una toma de tierra blindada.

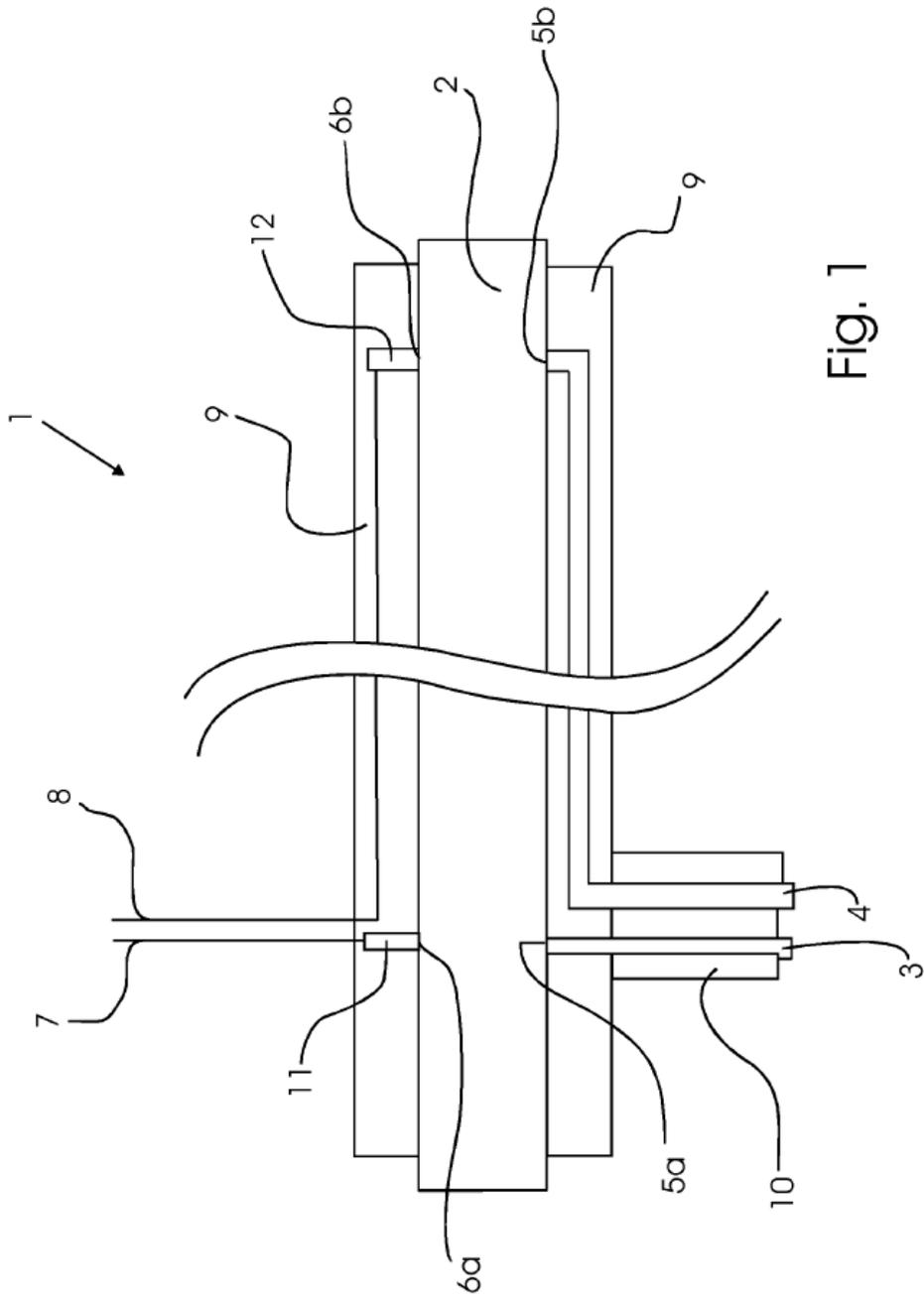


Fig. 1