(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 534 183**

(51) Int. CI.:

H01H 11/00 (2006.01)
H02B 13/065 (2006.01)
H01H 33/86 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2012 E 12007440 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2725597**

(54) Título: **Procedimiento para el diagnóstico de un interruptor de autosoplado y dispositivo de diagnóstico**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2015

(73) Titular/es:

OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)
Oberes Ried 1
6833 Klaus, AT

(72) Inventor/es:

KURZ, ANDREAS;
HOFFACKER, MATTHIAS;
SCHNETTLER, ARMIN y
HILLE, CHRISTIAN

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Procedimiento para el diagnóstico de un interruptor de autosoplado y dispositivo de diagnóstico.

La invención se refiere a procedimientos y dispositivos para el diagnóstico de interruptores de potencia. La invención se refiere en particular a procedimientos y dispositivos con los que se puede determinar el estado de una tobera de erosión de un interruptor de autosoplado.

Los interruptores de potencia son elementos de seguridad que se pueden usar actualmente en el sector de media y alta tensión en redes de tensión alterna para la interrupción de corrientes nominales y de cortocircuito. La tecnología de interruptores de potencia también se puede usar en redes de corriente continua. Los interruptores de potencia pueden estar configurados, por ejemplo, como interruptores de potencia en vacío o como interruptores de potencia llenos de gas. En el nivel de alta tensión se usan con frecuencia interruptores de potencia llenos de gas. El gas de llenado puede presentar, por ejemplo, hexafluoruro de azufre (SF_6) como gas aislante y extintor.

Un interruptor de potencia presenta la mayoría de las veces dos contactos de conmutación que están en contacto entre sí en el estado cerrado del conductor. Los dos contactos se mueven alejándose uno de otro para el apagado, configurándose un arco eléctrico que se forma entre los contactos. Es decisivo para una desconexión exitosa de la corriente extinguir este arco eléctrico entre los contactos de conmutación. Para ello en interruptores de soplado por pistones y en interruptores de autosoplado, el arco eléctrico se sopla con un gas extintor y aislante que enfría el arco eléctrico. El gas de llenado, con el que se llena el interruptor de soplado por pistones o el interruptor de autosoplado, se puede componer parcialmente o completamente del gas extintor. Este gas debe ser capaz, por un lado, de enfriar el arco eléctrico y extinguirlo, y después de la extinción del arco eléctrico debería impedir un cebado inverso o nuevo cebado del arco eléctrico entre los contactos.

En los interruptores de autosoplado, la energía aplicada en el arco eléctrico se usa para constituir la presión de gas necesaria para el soplado del arco eléctrico. En este caso el arco eléctrico entre los contactos de conmutación se puede conducir durante el proceso de desconexión en toberas de erosión de un material aislante, como politetrafluoroetileno (PTFE) u otro material apropiado, que se evapora bajo la influencia del arco eléctrico y por consiguiente aumenta una sobrepresión del gas. En las redes de alta tensión actuales se usan interruptores de autosoplado con hexafluoruro de azufre (SF_6) como medio aislante.

Los fabricantes de interruptores de potencia prescriben en sus directrices de mantenimiento abrir el espacio de gas de un interruptor de autosoplado a intervalos determinados o después de un número determinado de conmutaciones. El control de la erosión de los sistemas de contactos y toberas representa el motivo para ello. En el pasado se podría establecer un procedimiento fiable para la determinación de la erosión de los contactos con la medición de resistencia dinámica. No obstante, los interruptores con soplado se deben abrir de forma convencional para el control de la erosión de la tobera de la tobera de erosión de aislante.

Esto conlleva varias desventajas para el operador del interruptor de autosoplado. La abertura del interruptor de autosoplado requiere tiempo y es laboriosa y conduce con ello a costes elevados. Además, la instalación de conmutación en la que se usa el interruptor de autosoplado se debe poner parcialmente fuera de servicio. Después de la abertura de la carcasa de un interruptor de autosoplado se puede registrar una elevada propensión a averías, que se puede fundamentar en el riesgo de un nuevo montaje erróneo o por la introducción de sustancias extrañas.

Un método no invasivo y fiable para la determinación de la erosión de la tobera podría retrasar una abertura de la cámara de conmutación o incluso evitarla completamente. Un enfoque para la determinación no invasiva de la erosión de la tobera puede consistir en la medición de una respuesta de frecuencia. En este caso el interruptor de autosoplado se puede exponer como objeto de test a una señal eléctrica o mecánica como estímulo y determinar una reacción en el marco de un análisis de respuesta de frecuencia (“Frequency Response Analysis”, FRA). De esta manera se puede determinar, por ejemplo, la erosión del material de la tobera. No obstante, la realización de un enfoque de este tipo es costosa. La realización puede estar unida con dificultades en particular en el uso de campo.

Otro enfoque para la determinación no invasiva de la erosión de la tobera es la medición con resolución temporal de las corrientes que aparecen en la red a fin de calcular la erosión de la tobera que aparece con la corriente presente gracias a la ayuda de simulaciones. No obstante, la realización de este enfoque requeriría un equipamiento que cubra totalmente la presente técnica de protección y mando con unidades correspondientes para la detección de datos y almacenamiento de datos, lo que conduciría a un esfuerzo en instalaciones considerable y a costes en instalaciones considerables.

Los métodos para la supervisión de interruptores de potencia, según se describen por ejemplo en el documento DE 196 04 203 A1, están limitados a la observación del dispositivo de accionamiento o del contacto móvil del interruptor de potencia y no permiten sacar conclusiones de la erosión de la tobera.

El documento US 5 636 134 A1 describe un procedimiento, determinándose el desgaste de la tobera y detectándose el desarrollo de presión.

Además, por consiguiente existe la necesidad de procedimientos y dispositivos con los que se pueda estimar una erosión de la tobera, sin que se deba abrir la cámara de conmutación del interruptor de autosoplado. En particular existe una necesidad de procedimientos y dispositivos de este tipo, que se pueden integrar fácilmente en las actividades de mantenimiento existentes y sólo conlleven bajos costes y requerimientos de tiempo adicionales.

El objetivo de la invención es especificar procedimientos y dispositivos que ofrezcan mejoras con vistas a los problemas descritos.

Se proporcionan un procedimiento y un dispositivo con las características especificadas en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización ventajosas o preferidas.

En un procedimiento para el diagnóstico de un interruptor de autosoplado se desencadena un procedimiento de conmutación del interruptor de autosoplado para desencadenar una onda de presión en un gas de llenado del interruptor de autosoplado. Se detecta un desarrollo de presión dependiente del tiempo, que aparece en al menos una zona del interruptor de autosoplado como reacción al proceso de conmutación. Un estado de una tobera de erosión del interruptor de autosoplado, que se erosiona en un proceso de conmutación bajo carga para el soplado de un arco eléctrico de conmutación con el gas de llenado, se determina en función del desarrollo de presión dependiente del tiempo.

En el procedimiento a partir del desarrollo de presión dependiente del tiempo se infiere sobre el estado de la tobera de erosión. La detección del desarrollo de presión se puede realizar sin que para ello se deba desmontar el interruptor de autosoplado y/o abrir la cámara de conmutación. La constitución de presión necesaria para la medición se puede generar mediante una compresión de un volumen en el interruptor mismo, por ejemplo bajo el efecto del accionamiento del interruptor de autosoplado o de otro modo y manera. En este caso el desarrollo de presión transitorio se influye por una resistencia al flujo del sistema de toberas. La detección del desarrollo de presión se puede realizar en el interruptor de autosoplado montado, de modo que el procedimiento se puede llevar a cabo de forma eficiente y económica. El interruptor de potencia se debe desconectar sólo durante un breve periodo de tiempo en la que se mantiene el interruptor de autosoplado. La geometría de la tobera de erosión influye en las ondas de presión, por ejemplo ondas sonoras, que se extienden en el gas de llenado después de un proceso de conmutación sin carga eléctrica, de modo que mediante el desarrollo de presión se puede determinar de forma fiable si la erosión de la tobera de erosión es tan intensa que se requiere un desmontaje del interruptor de autosoplado.

El estado de la tobera de erosión se puede determinar en función de una modificación de presión transitoria que se detecta como reacción al proceso de conmutación en un intervalo de tiempo. La modificación de presión varía en función de la erosión de la tobera. Como posición de medición se puede usar la presente conexión para el llenado de gas. Por consiguiente la supervisión del sistema de toberas se puede realizar directamente in situ en el marco de un mantenimiento estándar.

El desarrollo de presión dependiente del tiempo se puede detectar en una abertura de llenado del interruptor de autosoplado, que está espaciada de la tobera de erosión. Ésta también es accesible adecuadamente en el estado montado del interruptor de autosoplado. La medición se puede realizar sin que sea necesaria una modificación de los interruptores de potencia.

El proceso de conmutación, con la que se desencadena la onda de presión, se puede realizar sin carga eléctrica

La medición y evaluación se puede realizar automáticamente con un dispositivo de diagnóstico, sin que el interruptor de autosoplado se deba desmontar para ello y llevar a un laboratorio de medición. La medición y evaluación se puede realizar con un dispositivo de diagnóstico móvil compacto. Un sensor de presión del dispositivo de diagnóstico móvil se puede montar de forma removible en el interruptor de autosoplado, de modo que detecta el desarrollo de presión.

En el procedimiento se puede detectar una separación de contactos de los contactos del interruptor de autosoplado. El intervalo de tiempo, en el que se evalúa la modificación de presión transitoria para obtener informaciones sobre la erosión de la tobera, se puede establecer en función de un instante en el que se realiza la separación de contactos. Alternativamente o adicionalmente la detección de datos del desarrollo de presión se puede establecer en función del instante en el que se realiza la separación de contactos.

Para la detección de la separación de contactos se puede supervisar un accionamiento mecánico del interruptor de autosoplado. Para ello se puede montar un sensor de ángulo de rotación en un árbol de accionamiento del interruptor de autosoplado.

En el procedimiento se pueden detectar una presión y una temperatura del gas de llenado antes del desencadenamiento del proceso de conmutación. El intervalo de tiempo, en el que se evalúa la modificación de presión transitoria para obtener informaciones sobre la erosión de la tobera, se puede establecer en función de la presión detectada y de la temperatura detectada del gas de llenado. De esta manera se puede tener en cuenta la velocidad del sonido o una variación de la velocidad del sonido en el gas de llenado. La velocidad del sonido influye en el intervalo de tiempo en el que se pueden detectar las modificaciones de presión influidas por la geometría de la tobera de erosión en una posición de medición, por ejemplo, en la abertura de llenado del interruptor de autosoplado. El intervalo de tiempo se puede

establecer además en función de la geometría del interruptor de autosoplado, para tener en cuenta la distancia entre la tobera de erosión y la posición de medición.

El estado de la tobera de erosión se puede determinar en función de una integral en el tiempo de la modificación de presión transitoria. Dado que un signo de la modificación de presión puede depender de la erosión de la tobera, de esta manera se puede determinar el estado de la tobera de erosión de modo fiable mediante un procesamiento sencillo.

El estado de la tobera de erosión se puede determinar en función de una componente espectral del desarrollo de presión detectado dependiente del tiempo. El desarrollo de presión que se detecta en un intervalo de tiempo después del desencadenamiento del proceso de conmutación se puede someter a un análisis espectral. Por ejemplo, se puede realizar una transformada de Fourier. Alternativa o adicionalmente el desarrollo de presión se puede someter a un filtrado para suprimir contribuciones de señales indeseadas, que se pueden provocar por ejemplo debido a reflexiones de las ondas sonoras entre las paredes laterales del interruptor de autosoplado.

La determinación del estado de la tobera de erosión se puede realizar automáticamente y de forma asistida por ordenador. Para ello se puede introducir el tipo constructivo del interruptor de autosoplado y/u otras informaciones que identifiquen al interruptor de autosoplado a través de una interfaz de usuario de un dispositivo de diagnóstico mediante una entrada de usuario. Una o varias magnitudes características, que dependen del desarrollo de presión detectado, se puede comparar con magnitudes características depositadas en una base de datos para el tipo constructivo, a fin de determinar el estado de la tobera de erosión. En una configuración, para cada tipo constructivo puede estar depositada una multiplicidad de curvas de desarrollo de presión dependientes del tiempo en la base de datos. El desarrollo de presión detectado en el interruptor de autosoplado se puede comparar con las curvas de desarrollo de presión depositadas, a fin de determinar si la erosión de la tobera de erosión ha avanzado tanto que se requiere un examen visual o una sustitución del interruptor de autosoplado. En otra configuración se puede comparar una componente espectral del desarrollo de presión detectado con uno o varios valores umbral depositados en la base de datos para el tipo constructivo. De esta manera se puede determinar si la erosión de la tobera de erosión ha avanzado tanto que se requiere un examen visual o una sustitución del interruptor de autosoplado.

El estado determinado de la tobera de erosión se puede seleccionar de un grupo que comprende un primer estado que permite otra operación del interruptor de autosoplado, y un segundo estado que requiere un examen visual de la tobera de erosión del interruptor de autosoplado.

El procedimiento se puede realizar con un dispositivo de diagnóstico, en particular un dispositivo de diagnóstico móvil, en el interruptor de autosoplado montado. El procedimiento se puede realizar de forma no invasiva sin que se deba abrir la cámara de conmutación del interruptor de autosoplado.

Según otra forma de realización se especifica un dispositivo de diagnóstico para el interruptor de autosoplado. El dispositivo de diagnóstico comprende una interfaz para la recepción de los datos de presión que especifican un desarrollo de presión dependiente del tiempo en al menos una zona del interruptor de autosoplado como reacción a un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado. El dispositivo de diagnóstico comprende un control, el cual está acoplado con la interfaz y configurado para determinar un estado de una tobera de erosión del interruptor de autosoplado, la cual se erosiona en un proceso de conmutación bajo carga, en función de los datos de presión. El dispositivo de diagnóstico puede estar configurado como dispositivo de diagnóstico móvil.

Los efectos obtenidos con el dispositivo de diagnóstico se corresponden con los efectos obtenidos con el procedimiento.

El dispositivo de diagnóstico puede comprender un sensor de presión acoplable de forma separable con la interfaz. El sensor de presión puede presentar una estructura de acoplamiento que está configurada para la fijación en una abertura de llenado del interruptor de autosoplado.

El dispositivo de diagnóstico puede comprender otro sensor u otros varios sensores para la supervisión de una separación de contactos. Por ejemplo, el dispositivo de diagnóstico puede comprender un sensor de ángulo de rotación para la detección de un ángulo de rotación de un árbol de accionamiento del interruptor de autosoplado. El dispositivo de diagnóstico puede comprender otra unidad sensora para la detección de la separación de contactos. Por ejemplo, se puede usar o supervisar la interrupción de una corriente débil a través del interruptor. El control está acoplado con el otro sensor y configurado para determinar el estado de la tobera de erosión en función de una modificación de presión en un intervalo de tiempo que depende de un instante de la separación de contactos.

El dispositivo de diagnóstico puede comprender una memoria con el que está acoplado el control. La memoria puede contener, para una multiplicidad de tipos constructivos de interruptores de autosoplado, respectivamente informaciones de un desarrollo de presión dependiente del tiempo después del desencadenamiento de un proceso de conmutación, mediante las que el control evalúa automáticamente el desarrollo de presión detectado en el interruptor de autosoplado.

El dispositivo de diagnóstico puede estar configurado para la realización del procedimiento según ejemplo de realización. En este caso el control puede realizar las distintas etapas de evaluación del procedimiento, para determinar mediante el

desarrollo de presión detectado si la erosión de la tobera de erosión ha avanzado tanto que se requiere un examen visual o una sustitución del interruptor de autosoplado.

El proceso de conmutación, que se desencadena para el desencadenamiento de una onda de presión en el gas de llenado, puede transferir el interruptor de autosoplado de un estado cerrado a un estado abierto. El proceso de conmutación se desencadena por el dispositivo de diagnóstico.

Se pueden usar procedimientos y dispositivos para el diagnóstico de los interruptores de autosoplado a fin de verificar los interruptores de potencia en las redes de media tensión y redes de alta tensión.

La invención se explica a continuación en referencia a los dibujos mediante formas de realización preferidas

Fig. 1 es una representación esquemática de un interruptor de autosoplado con un dispositivo de diagnóstico móvil según un ejemplo de realización.

Fig. 2 muestra una vista de sección de una cámara de extinción del interruptor de autosoplado para la explicación de un procedimiento según un ejemplo de realización.

Fig. 3 muestra una vista ampliada de una parte de la cámara de extinción en un estado sin erosión de la tobera.

Fig. 4 muestra una vista ampliada de la parte de la cámara de extinción en un estado con erosión de la tobera más intensa.

Fig. 5 muestra desarrollos de presión que se evalúan en procedimientos y dispositivos de diagnóstico móviles según ejemplos de realización para determinar un estado de una tobera de erosión.

Fig. 6 muestra desarrollos de presión que se evalúan en procedimientos y dispositivos de diagnóstico móviles según ejemplos de realización para determinar un estado de una tobera de erosión.

Fig. 7 muestra desarrollos de presión que se evalúan en procedimientos y dispositivos de diagnóstico móviles según ejemplos de realización para determinar un estado de una tobera de erosión.

Fig. 8 muestra desarrollos de presión para velocidades diferentes de una clavija de contacto sin erosión de la tobera.

Fig. 9 muestra un desarrollo de presión para velocidades diferentes de una clavija de contacto con erosión de la tobera más intensa.

Fig. 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento según un ejemplo de realización.

En las figuras las referencias similares o idénticas designan elementos similares o idénticos.

En tanto que los procedimientos y dispositivos de diagnóstico según ejemplos de realización se explican mediante interruptores de autosoplado con configuraciones a modo de ejemplo, los procedimientos y dispositivos de diagnóstico se usan en interruptores de autosoplado con una multiplicad de configuraciones diferentes. Las configuraciones representadas de interruptores de autosoplado sólo se deben entender de forma ilustrativa para los principios de acción de los interruptores de autosoplado. El término “interruptor de autosoplado” se usa aquí de forma sinónima a los términos igualmente habituales en la técnica de “interruptor de potencia con autosoplado” o “soplador automático”.

La fig. 1 es una representación esquemática de un interruptor de autosoplado 1 con un dispositivo de diagnóstico móvil 20 según un ejemplo de realización. El interruptor de autosoplado 1 es un interruptor de potencia para una red de media tensión o una red de alta tensión. Aun cuando sólo está representado un interruptor de autosoplado 1, se pueden combinar varios interruptores de autosoplado en una disposición combinada o “batería” de interruptores de autosoplado. En este caso el dispositivo de diagnóstico móvil 20 puede realizar automáticamente las funciones de diagnóstico descritas para la determinación de una erosión de la tobera para cada uno de los varios interruptores de autosoplado.

El interruptor de autosoplado 1 presenta una carcasa 2. En la carcasa están previstos un primer contacto 3 y un segundo contacto 4. En el estado cerrado del interruptor de autosoplado 1 están en contacto entre sí el primer contacto 3 y el segundo contacto. Para desplazar el interruptor de autosoplado 1 al estado abierto se mueve al menos uno de los contactos. Están previstos componentes mecánicos, como una varilla de accionamiento 5 que está acoplada con un motor a través de un engranaje. Un árbol de accionamiento 6 puede provocar un movimiento de uno de los contactos a través de la varilla de accionamiento 5, a fin de transferir el interruptor de autosoplado 1 al estado abierto. Por ejemplo, el segundo contacto 4, que puede estar formado como contacto digitiforme, junto con una tobera de erosión 11 se puede mover en relación a primer contacto 3 que puede ser una clavija de contacto fija.

El interruptor de autosoplado 1 está configurado como interruptor de potencia lleno de gas. Un gas de llenado está contenido en un espacio interior 8 de la carcasa 2. Como gas de llenado se puede usar, por ejemplo, hexafluoruro de azufre (SF_6), o el gas de llenado se puede componer en una parte esencial de hexafluoruro de azufre. Se pueden usar otros gases aislantes y extintores. Cuando el interruptor de autosoplado 1 en un estado en el que el interruptor de autosoplado 1 está bajo carga eléctrica se transfiere a un estado abierto, el gas de llenado extingue un arco eléctrico que se forma entre el primer contacto 3 y el segundo contacto 4. Para ello el arco eléctrico se sopla con un gas de llenado o una mezcla de gas de llenado y el gas que se origina por la erosión de la tobera. El gas de llenado se puede soplar sobre el arco eléctrico a través de una abertura 10 que se sitúa cerca del punto en el que se forma el arco eléctrico. Para una constitución de la presión eficiente está prevista la tobera de erosión 11 en el interruptor de autosoplado 1. La tobera de erosión 11 está formada de un material aislante o sustancia aislante que se evapora parcialmente bajo la influencia del arco eléctrico. Este proceso también se designa como “quemado” o “erosión” de la tobera de erosión 11. La presión parcial resultante se puede usar para el soplado del arco eléctrico con el gas de llenado. La tobera de erosión 11 puede estar formada, por ejemplo, por politetrafluoroetileno (PTFE) u otra sustancia aislante apropiada.

Para trabajos de mantenimiento el interruptor de autosoplado 1 presenta una abertura de llenado 9 a través de la que se puede rellenar el gas de llenado. Cuando se combinan varios interruptores de autosoplado en una batería de interruptores de autosoplado puede estar prevista una abertura de llenado 9 común. La abertura de llenado 9 puede estar prevista en una sección de carcasa que se extiende transversalmente a un eje longitudinal del interruptor de autosoplado 1. La abertura de llenado 9 puede estar prevista espaciada de una cámara de extinción que rodea la zona de contactos del primer contacto 3 y del segundo contacto 4.

El uso de los interruptores de autosoplado como interruptores de potencia tiene la ventaja en comparación de interruptores de soplado con pistones convencionales que se puede usar un accionamiento más débil. La sobrepresión adicional generada por la evaporación de la tobera de erosión 11, que se usa para el soplado del arco eléctrico con el gas de llenado, economiza la energía de accionamiento para la compresión. Sin embargo, se debe asegurar que la tobera de erosión 11 sólo se erosione hasta que en un nuevo proceso de conmutación todavía se pueda evaporar suficiente material de la tobera de erosión 11. Además, para una constitución de la presión eficiente en el volumen de calentamiento debería aparecer una así denominada “Clogging” (obstrucción) de la tobera, lo que ya no es posible en el caso de un diámetro de tobera demasiado grande en comparación al flujo que fluye. Por consiguiente también se debe asegurar que la tobera de erosión 11 sólo se erosiona hasta que todavía es posible una constitución de la presión eficiente durante el calentamiento.

Para poder determinar el estado de erosión de la tobera de erosión 11 de forma no invasiva, en los ejemplos de realización de la invención se detecta y evalúa un desarrollo de presión transitorio cuando el interruptor de autosoplado 1 se conmuta sin carga eléctrica al estado abierto. En este caso en el interior del interruptor de autosoplado 1 se configuran ondas de presión que se mueven con la velocidad del sonido a través del gas de llenado. Estas ondas de presión se ven influidas por la geometría de la tobera de erosión 11. Mediante el registro del desarrollo de presión transitorio en una posición de medición, por ejemplo en la abertura de llenado 9, y mediante la evaluación subsiguiente se puede inferir sobre el estado de la tobera de erosión.

Para la detección del desarrollo de presión transitorio que aparece como reacción a un proceso de conmutación en la abertura de llenado 9 se usa un dispositivo de diagnóstico móvil 20. Según se describe a continuación, con el dispositivo de diagnóstico móvil 20 se detecta un desarrollo de presión transitorio que aparece en una posición de medición cuando el interruptor de autosoplado 1 se conmuta sin carga al estado abierto. El desarrollo de presión transitorio se evalúa para determinar un estado de la tobera de erosión 11. Para la determinación del estado se puede determinar en función del desarrollo de presión si la tobera de erosión 11 ya se ha erosionado tanto que se requiere una abertura de la carcasa 2 del interruptor de autosoplado a fin de obtener un acceso hacia la cámara de conmutación.

El dispositivo de diagnóstico móvil 20 puede comprender un sensor de presión 22. El sensor de presión 22 puede estar colocado en la abertura de llenado 9 que puede estar equipada como conexión de gas. El sensor de presión 22 presenta elementos de acoplamiento mecánicos 24 que permiten una fijación mecánica en la abertura de llenado 9. Los elementos de acoplamiento mecánicos pueden estar adaptados a la geometría de la abertura de llenado, de modo que es posible una fijación mecánica en la abertura de llenado 9. El sensor de presión 22 está configurado de modo que en el estado montado en la abertura de llenado 9 detecta una presión que reina en el interior de la carcasa 2 en la abertura de llenado 9. El sensor de presión 22 puede estar configurado de modo que presenta un tiempo de respuesta que garantiza una detección de presión con resolución temporal elevada, por ejemplo con una resolución temporal de algunos milisegundos. Si la abertura de llenado 9 está provista de una válvula de retención, el sensor de presión 22 presenta elementos que mediante la abertura de la válvula de retención aseguran que el sensor de presión 22 pueda detectar la presión que reina en el interior de la carcasa 2 en la abertura de llenado 9. El sensor de presión 22 está acoplado con una interfaz 26 de un instrumento de medida móvil 21. El sensor de presión 22 puede estar acoplado de forma separable con la interfaz 26 del instrumento de medida móvil 21

El dispositivo de diagnóstico móvil 20 comprende el instrumento de medida móvil 21. El instrumento de medida móvil 21 puede estar configurado como ordenador portátil que está configurado de forma programable para evaluar el desarrollo de presión dependiente del tiempo que reina en el interior de la carcasa 2, a fin de determinar el estado de la tobera de erosión 21. El instrumento de medida móvil 21 presenta un control 25 que puede comprender uno o varios procesadores.

El control 25 está acoplado con la interfaz 26 para detectar por el sensor de presión 22 una señal o datos que indiquen el desarrollo de presión en la abertura de llenado 9. El control 25 procesa los datos para evaluar un desarrollo de presión en un intervalo de tiempo después del proceso de conmutación. El intervalo de tiempo puede presentar, por ejemplo, una duración de algunos milisegundos, algunas decenas de milisegundos o algunos cientos de milisegundos. El control 25 puede realizar diferentes etapas de procesamiento para sacar conclusiones automáticamente sobre el estado de la tobera de erosión 11 a partir del desarrollo de presión detectado. Para ello el control 25 puede integrar, por ejemplo, una modificación de presión en un intervalo de tiempo o determinar por ordenador componentes espectrales del desarrollo de presión. Alternativamente o adicionalmente el control 25 puede comparar el desarrollo de presión detectado como función del tiempo con una o varias curvas de referencia. El control 25 puede determinar automáticamente en función de la evaluación del desarrollo de presión si la erosión de la tobera de erosión ha avanzado tango que se debe abrir la cámara de conmutación del interruptor de autosoplado 1 para someter la tobera de erosión 11 a un examen visual.

El instrumento de medida móvil 21 puede presentar una interfaz de usuario 29. El control 25 puede emitir un resultado de la evaluación del desarrollo de presión a través de la interfaz de usuario 29 y/o almacenar en una memoria 27 del instrumento de medida móvil 21.

Para tener en cuenta que los interruptores de autosoplado existen con geometría o configuración diferente, el usuario puede introducir informaciones a través de la interfaz de usuario 29, las cuales se refieren al interruptor de autosoplado 1 y que se consultan por el control 25 en el caso de la evaluación automática del desarrollo de presión detectado. Por ejemplo, el instrumento de medida móvil 21 puede estar configurado de modo que el usuario puede indicar una designación de modelo del interruptor de autosoplado a través de la interfaz de usuario 29, por ejemplo, mediante selección de un grupo predeterminado de modelos. La memoria 27 contiene para los diferentes modelos o tipos constructivos respectivamente datos de referencia, mediante los que el control 25 puede valorar el desarrollo de presión detectado para determinar el estado de la tobera de erosión 11. Los datos de referencia depositados en la memoria 27 pueden presentar distintos formatos en función del procesamiento del desarrollo de presión detectado que se realiza por el control 25. Si, por ejemplo, el control 25 determina una única magnitud característica a partir del desarrollo de presión detectado mediante integración temporal o análisis espectral del desarrollo de presión, en la memoria 27 para cada uno de los varios tipos constructivos puede estar depositado respectivamente un valor umbral. En función de una comparación de la magnitud característica determinada a partir del desarrollo de presión con el valor umbral, el control 25 puede determinar automáticamente si la erosión de la tobera de erosión 11 ha avanzado tanto que se debe abrir la carcasa 2 del interruptor de autosoplado. Si el control determina varias magnitudes características, que se pueden corresponder con las componentes espectrales, a partir del desarrollo de presión detectado, por ejemplo, mediante análisis espectral del desarrollo de presión, en la memoria 27 puede estar depositada, para cada uno de los varios tipos constructivos, respectivamente un multiplicidad de valores umbral mediante los que el control 25 valora el desarrollo de presión detectado. En otra configuración, en la memoria 27 para cada uno de los varios tipos constructivos de interruptores de autosoplado pueden estar depositados respectivamente varios desarrollos de presión transitorios característicos. El control 25 puede comparar el desarrollo de presión detectado en el dominio temporal con los desarrollos de presión transitorios característicos depositados en la memoria 27, a fin de determinar automáticamente si la erosión de la tobera de erosión 11 ha avanzado tanto que se debe abrir la carcasa 2 del interruptor de autosoplado.

Alternativamente o adicionalmente el instrumento de medida móvil 21 puede archivar también los desarrollos de presión transitorios, que se detectan después del proceso de conmutación sin carga eléctrica en varios mantenimientos en el interruptor de autosoplado recién examinado. Una valoración del desarrollo de presión detectado para la determinación de la erosión de la tobera se puede realizar en función de una comparación con los desarrollos de presión que se han detectado en mantenimientos anteriores del interruptor de autosoplado 1. El control 25 puede inferior sobre una erosión creciente de la tobera de erosión 11 mediante la modificación del desarrollo de presión detectado y determinar automáticamente si se debe abrir la cámara de conmutación del interruptor de autosoplado 1. En un diagnóstico de este tipo, que también se basa al menos en los datos históricos del interruptor de autosoplado 1 correspondiente, el usuario puede introducir informaciones a través de la interfaz de usuario 29, las cuales identifican de forma unívoca el interruptor de autosoplado 1.

Si se combinan varios interruptores de autosoplado en una batería con una abertura de llenado común, el control 25 puede realizar la evaluación de forma separada para cada uno de los varios interruptores de autosoplado. La modificación de la presión que predomina en la abertura de llenado en el interior de la carcasa depende en general de cual de los varios interruptores de autosoplado se conmuta al estado abierto, dado que las ondas de presión en el gas de llenado deben recorrer distintos caminos de la zona de tobera del interruptor de autosoplado correspondiente hasta la abertura de llenado. Correspondientemente en la memoria 27 para cada uno de los varios interruptores de autosoplado de una batería de interruptores de autosoplado pueden estar almacenados los datos que permiten una valoración del desarrollo de presión que se detecta como reacción a un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado correspondiente en la abertura de llenado, a fin de determinar el estado de la tobera de erosión del interruptor de autosoplado correspondiente.

El dispositivo de diagnóstico móvil 20 puede presentar otros componentes. El comienzo y final de un intervalo de tiempo, en el que se puede inferior sobre la geometría de la tobera de erosión 11 a partir del desarrollo de presión transitorio en el interior de la carcasa 2, dependen de cuando se desencadena el proceso de conmutación. Para la determinación de este instante puede estar previsto otro sensor 23 o pueden estar previstos otros varios sensores. El otro sensor 23 puede

supervisar un accionamiento del interruptor de autosoplado y/o medir una resistencia eléctrica, caída de tensión o corriente entre los contactos 3 y 4. El otro sensor 23 puede estar configurado, por ejemplo, como sensor de ángulo de rotación que supervisa un ángulo de rotación del árbol de accionamiento 6. El otro sensor 23 puede estar acoplado de forma desplazable con otra interfaz 28 del instrumento de medida móvil 21. El control 25 puede usar los datos detectados por el otro sensor 23, a fin de determinar el instante de una separación de contactos de los contactos 3 y 4 del interruptor de autosoplado. El control 25 puede usar este instante para comenzar un registro de un desarrollo de presión y/o seleccionar, a partir de un desarrollo de presión detectado por el sensor de presión 22 durante un intervalo de tiempo más largo, una parte que representa el desarrollo de presión transitorio según el proceso de conmutación y proporciona informaciones sobre la erosión de la tobera de erosión 11.

Las fig. 2 – 4 ilustran la estructura de una cámara de extinción de un interruptor de autosoplado en el que se pueden usar el procedimiento y el dispositivo de diagnóstico móvil según los ejemplos de realización. Las fig. 2 – 4 muestran en este caso las vistas de sección transversal a lo largo del eje longitudinal del interruptor de autosoplado.

En el interior de la carcasa 2 del interruptor de autosoplado 1 están previstos un volumen de compresión 15 y un volumen de calentamiento 16. El volumen de compresión 15 y el volumen de calentamiento 16 son espacios de aire que están formados en el interior de la carcasa 2. Los contactos del interruptor comprenden un contacto digitiforme 4 y una clavija de contacto 3. Se pueden usar otras configuraciones de los contactos. La tobera de erosión 11 que está hecha de una sustancia aislante está conectada con el contacto digitiforme 4. El volumen de calentamiento 16 está en conexión de fluido a través de un paso 12 con una abertura 10, en la que el arco eléctrico se puede tratar con el gas de llenado, por ejemplo, en una desconexión por cortocircuito. Según el tipo constructivo del interruptor también pueden estar presentes varios pasos 12 de este tipo.

Si el interruptor de autosoplado 1 se conmuta al estado abierto, la acción de conmutación provoca una disminución de volumen del volumen de compresión 15. La presión en el volumen de compresión 15 y volumen de calentamiento 16 aumenta. Cuando mediante el movimiento relativo entre el contacto digitiforme 4 y la clavija de contacto 3 se libera la zona de tobera de la tobera de erosión 11, comienza un flujo en el que el gas fluye a la zona de tobera a través del paso 12. Hasta el final del proceso de conmutación se configura un punto de estrangulamiento en el lugar en el que fluye el flujo de gas del volumen de calentamiento 16 a través del paso 12 en la zona de tobera. En zonas espaciadas del volumen de gas en el interior 8 del interruptor de autosoplado 1, las ondas de presión resultantes en el gas de llenado también conducen a una modificación de presión transitoria. Ésta se puede supervisar en una posición de medición, por ejemplo en la abertura de llenado 9.

La fig. 3 y fig. 4 muestran una vista de sección transversal ampliada de la zona de tobera que se forma por la tobera de erosión 11. Si el interruptor de autosoplado 1 se conmuta bajo carga eléctrica a un estado abierto, ocasiona un arco eléctrico que se forma entre los contactos 3 y 4, de modo que evapora la tobera de erosión 11 en su zona interior radialmente para favorecer la constitución de la presión para el soplado del arco eléctrico con el gas de llenado. Mediante la combustión de la tobera de erosión 11 se ensancha radialmente la geometría de la tobera, según está representado esquemáticamente en la fig. 1 por las flechas. La fig. 4 muestra la zona de tobera después de varios procesos de conmutación bajo carga. La geometría de la tobera variable influye en la propagación de las ondas sonoras u otras ondas de presión en el gas de llenado durante un proceso de conmutación. Los diferentes desarrollos de presión en función del estado de la tobera de erosión 11, que se pueden observar por ejemplo en la abertura de llenado 9 en el volumen de gas, permiten la determinación del estado de la tobera de erosión a partir del desarrollo de presión detectado.

La fig. 5 muestra esquemáticamente desarrollos de presión, tal y como aparecen en una posición de medición del interruptor de autosoplado 1 después de un proceso de conmutación al estado abierto sin carga. En este caso el desarrollo de presión 41 representado con la línea a trazos se corresponde con un sistema sin erosión de la tobera. El desarrollo de presión 42 representado con línea continua se corresponde con un sistema en el que la tobera de erosión 11 se erosiona radialmente, según es el caso en interruptores de conmutación típicos después de aproximadamente ochos desconexiones por cortocircuito.

La fig. 5 muestra el desarrollo de presión transitorio, que resulta en una posición de medición espaciada de la zona de tobera del interruptor de autosoplado. La posición de medición puede estar dispuesta, por ejemplo, en el extremo axial del interruptor de autosoplado. El comportamiento transitorio está representado durante un intervalo de tiempo de en conjunto 50 ms. Los desarrollos de presión representados se han determinado para una presión de llenado típica y una velocidad de contactos típicas en el proceso de conmutación.

El desarrollo de presión detectado en la posición de medición, por ejemplo en la abertura de llenado 9, muestra diferencias esenciales en función de en que cantidad se ha erosionado la tobera. Al comienzo de la acción de conmutación, el desarrollo de presión 41 transitorio en un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera y el desarrollo de presión 42 en un interruptor de autosoplado con erosión de la tobera muestran el mismo desarrollo como función del tiempo. El desarrollo 41 en el interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera aumenta a continuación y oscila alrededor de un valor elevado. El desarrollo de presión 42 en el interruptor de autosoplado con erosión de la tobera muestra un comportamiento completamente distinto. Tras alcanzar un primer máximo local, la presión baja por debajo de la presión inicial que se corresponde con la presión de llenado. La diferencia de presión entre los dos desarrollos de presión 41 y 42 alcanza en el presente ejemplo un valor representado con 46 que aparece tras un tiempo de algunos

milisegundos o algunas decenas de milisegundos, por ejemplo después de aproximadamente 40 ms. Sólo en el desarrollo posterior aumenta el desarrollo de presión 42 con el interruptor de autosoplado con erosión de la tobera y se aproxima al desarrollo de presión 41 en el interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera.

Los diferentes desarrollos de presión se pueden reconocer automáticamente en procedimientos y dispositivos de diagnóstico móviles según los ejemplos de realización. Para ello, por ejemplo, se puede analizar el desarrollo de presión que se detecta en un intervalo de tiempo 43 después del comienzo de la acción de conmutación. Para ello se pueden realizar distintas etapas de procesamiento, como integración temporal de la modificación de presión respecto a la presión de llenado, análisis espectral en el intervalo 43 y/o comparación directa de los desarrollos de presión 41 y 42 que se detectan en el intervalo de tiempo 43. Se pueden establecer un tiempo inicial 44 y un tiempo final 45 del intervalo de tiempo en función del instante tT, en el que se realiza la separación de contactos. En este caso se debe tener en cuenta la erosión del electrodo de los contactos 3 y 4 del interruptor de autosoplado. Alternativamente o adicionalmente también se puede establecer el intervalo de tiempo 43 en función de la velocidad del sonido en el gas de llenado y en función de la geometría del interruptor de autosoplado 1. De esta manera se puede tener en cuenta el tiempo de tránsito de las ondas de presión de la zona de tobera hasta la posición de medición, es decir, por ejemplo hasta la abertura de llenado 9.

En caso de variaciones en los parámetros del interruptor de autosoplado también se pueden observar diferentes desarrollos de presión transitorios en función del estado de la tobera de erosión, por ejemplo, para diferentes presiones de llenado, diferentes velocidades de contactos o diferente erosión del electrodo. Los procedimientos y dispositivos según los ejemplos de realización también se pueden usar, por ejemplo, teniendo en cuenta condiciones límite que se modifican en el uso de campo, como oscilaciones de la presión de llenado, erosión del electrodo o velocidades de contactos variables. En tanto que estos parámetros sólo influyen débilmente en el desarrollo de presión que resulta como reacción a un proceso de conmutación sin carga en la posición de medición, por ejemplo en la abertura de llenado, el desarrollo de presión transitorio muestra diferencias esenciales en función de la erosión de la tobera.

La fig. 6 y la fig. 7 muestran desarrollos de presión que aparecen en una posición de medición del interruptor de autosoplado 1 después de un proceso de conmutación al estado abierto sin carga. En este caso el desarrollo de presión 51 ó 56 representado con la línea a trazos se corresponde con un sistema sin erosión de la tobera. El desarrollo de presión 52 ó 57 representado con línea continua se corresponde con un sistema en el que la tobera de erosión 11 se erosiona radialmente, tal y como es el caso en interruptores de autosoplado típicos después de aproximadamente ocho desconexiones por cortocircuito. Está representado el comportamiento transitorio durante un intervalo de tiempo de en conjunto 50 ms. Las curvas se han determinado para una velocidad de contactos típica en el proceso de conmutación.

A diferencia de los desarrollos de presión representados en la fig. 5, los desarrollos de presión representados en la fig. 6 y la fig. 7 están determinados para otras presiones de llenado. El desarrollo de presión 51 representado en la fig. 6 para un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera y el desarrollo de presión 52 para un interruptor de autosoplado con ensanchamiento de la tobera se han determinado para una presión 50 que es mayor que la presión de llenado 40 en la fig. 4. El desarrollo de presión 56 representado en la fig. 7 para un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera y el desarrollo de presión 57 para un interruptor de autosoplado con ensanchamiento de la tobera se han determinado para una presión de llenado 55 que es mayor que la presión de llenado 40 en la fig. 4 y que la presión de llenado 50 en la fig. 5.

Las diferencias esenciales explicadas en referencia a la fig. 5 en el desarrollo de presión en función del estado de la tobera de erosión se pueden observar para distintas presiones de llenado. El desarrollo de presión detectado para un sistema sin o con baja erosión de la tobera se puede diferenciar de forma fiable del desarrollo de presión detectado para un sistema con erosión de la tobera más intensa, por ejemplo después de varias desconexiones por cortocircuito. Una determinación no invasiva de la erosión de la tobera mediante el desarrollo de presión detectado es robusta respecto a variaciones de la presión de llenado.

Una modificación de la velocidad de contactos, con la que se mueven relativamente uno respecto a otro los contactos 3 y 4 del interruptor de autosoplado en el proceso de conmutación, puede influir en el comportamiento del desarrollo de presión transitorio en la posición de medición. Las diferencias características, que existen en el desarrollo de presión transitorio como reacción a un proceso de conmutación entre un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera y un interruptor de autosoplado con erosión de la tobera, se pueden observar para diferentes velocidades de contactos.

Las fig. 8 y la fig. 9 ilustran el desarrollo de presión transitorio en la posición de medición cuando la acción de conmutación se realiza con diferentes velocidades de contactos. El comportamiento transitorio está representado sobre un intervalo de tiempo de en conjunto 50 ms. Los desarrollos de presión se han determinado para una presión de llenado 60 típica.

La fig. 8 muestra el desarrollo de presión transitorio en la posición de medición para un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera. El desarrollo de presión 61 en la posición de medición representado a trazos se ha determinado para una velocidad de contactos típica en el proceso de conmutación. El desarrollo de presión 63 en la posición de medición representado a puntos se ha determinado para una velocidad de contactos que es aproximadamente el 40% mayor que la velocidad de contactos en el desarrollo de presión 61.

La fig. 9 muestra el desarrollo de presión transitorio en la posición de medida para un interruptor de autosoplado con erosión de la tobera, que ha conducido a un ensanchamiento del diámetro de la tobera en 4 mm. El desarrollo de presión 62 en la posición de medición representado con línea continua se ha determinado para una velocidad de contactos típica en el proceso de conmutación. El desarrollo de presión 64 en la posición de medición representado con línea a puntos y trazos se ha determinado para una velocidad de contactos que es aproximadamente el 40% mayor que la velocidad de contactos en el desarrollo de presión 62.

La velocidad de contactos influye en la presión dependiente del tiempo, detectada en la posición de medición. En un interruptor de autosoplado sin erosión de la tobera, el desarrollo de presión 61 para una velocidad de contactos más baja muestra en primer lugar un aumento menos intenso que el desarrollo de presión 63 para una velocidad de contactos más elevada. En ambos casos el desarrollo de presión muestra oscilaciones y se estabiliza finalmente en un valor elevado. En un interruptor de autosoplado con erosión de la tobera, el desarrollo de presión 64 para una velocidad de contactos más elevada muestra en primer lugar un aumento más intenso que el desarrollo de presión 62 que se determina para la velocidad de contactos más bajos. La caída de presión siguiente también se acentúa más intensamente en el desarrollo de presión 64 para la velocidad de contactos más elevada y se realiza más rápidamente que en el desarrollo de presión 62 para la velocidad de contactos más baja.

Pese a la influencia que tiene la velocidad de contactos del interruptor de autosoplado sobre el desarrollo de presión transitoria en la posición de medición se mantienen las diferencias características entre el desarrollo de presión transitorio en un interruptor de autosoplado sin o con erosión de la tobera baja y un interruptor de autosoplado con erosión de la tobera más intensa. También se puede realizar de forma fiable una determinación no invasiva de la erosión de la tobera mediante el desarrollo de presión detectado en el caso de interruptores de autosoplado con distintas velocidades de contactos.

Otros ensayos en los interruptores de autosoplado muestran que la erosión del electrodo del primer contacto 3 y/o del segundo contacto 4 del interruptor de autosoplado 1 sólo influye débilmente en los desarrollos de presión detectados en la posición de medición. Las diferencias características, que existen en el desarrollo de presión transitorio como reacción a un proceso de conmutación entre un interruptor de autosoplado sin erosión de tobera y un interruptor de autosoplado con erosión de tobera, también se pueden observar luego cuando mediante la erosión del electrodo se modifican los contactos 3 y 4 del interruptor de autosoplado 1. Una determinación no invasiva de la erosión de la tobera mediante el desarrollo de presión detectado también se puede realizar de forma fiable en interruptores de autosoplado que presentan distinta erosión del electrodo

La fig. 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento 70 según un ejemplo de realización. El procedimiento se puede realizar automáticamente por el dispositivo de diagnóstico móvil 20 que se ha explicado en referencia a la fig. 1. El procedimiento 70 se puede realizar durante un mantenimiento del interruptor de autosoplado montado. Para ello el dispositivo de diagnóstico móvil 20 se puede instalar en el interruptor de autosoplado después de que se ha activado el interruptor de autosoplado.

En 71 se desencadena un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado sin carga eléctrica. En el proceso de conmutación se puede conmutar el interruptor de autosoplado del estado cerrado al estado abierto.

En 72 se detecta un desarrollo de presión dependiente del tiempo, que se origina como reacción al proceso de conmutación, en una posición de medición. La posición de medición puede ser una abertura de llenado para el llenado del interruptor de autosoplado con gas de llenado

En 73 se evalúa el desarrollo de presión detectado. Para ello el desarrollo de presión detectado en el dominio del tiempo se puede comparar con al menos una curva de referencia que está depositada en el dispositivo de diagnóstico móvil 20, a fin de determinar el estado de la tobera de erosión. Alternativamente o adicionalmente el desarrollo de presión, que se detecta en un intervalo de tiempo después del desencadenamiento del proceso de conmutación, se puede someter a distintos procesos de procesamiento de datos para determinar el estado de la tobera de erosión. Por ejemplo, se puede integrar en el tiempo una modificación de presión respecto a una presión de llenado en el intervalo de tiempo, a fin de determinar de forma fiable si la presión en la posición de medido se aumenta o disminuye durante el intervalo de tiempo. Alternativamente o adicionalmente se puede determinar un espectro de frecuencia del desarrollo de presión, que presente el desarrollo de presión durante el intervalo de tiempo. El instante de comienzo y final del intervalo de tiempo, para el que se evalúa el desarrollo de presión transitorio, se pueden establecer en función del instante de la separación de contactos del interruptor de autosoplado en el proceso de conmutación que se desencadena en 71. La geometría del interruptor y la velocidad del sonido en el gas de llenado se pueden tener en cuenta en el establecimiento del intervalo de tiempo. El instante de comienzo del intervalo de tiempo relevante, en el que la presión detectada pueda dar información de forma fiable sobre la erosión de la tobera, se puede determinar a partir del instante de la separación de contactos y el tiempo de tránsito de la onda de presión, que depende de la velocidad del sonido y la longitud de recorrido entre la zona de tobera y la posición de medición. El desarrollo de presión transitorio en la posición de medición, que puede dar información sobre la erosión de la tobera, puede decrecer en un tiempo de algunas decenas de milisegundos hasta algunos segundos. Correspondientemente el intervalo de tiempo para el que se evalúa el desarrollo de presión transitorio puede presentar una duración de menos de un segundo, en particular de menos de 500 ms, en particular de menos de

100 ms. Una observación y evaluación del desarrollo de presión también se puede realizar durante intervalos de tiempo más largos. Según se ha descrito en referencia a las fig. 5 – 9, no obstante, se puede sacar una conclusión sobre el estado de la tobera de erosión ya a partir del comportamiento transitorio que se puede observar, por ejemplo, en un intervalo de tiempo de 50 ms.

En 75 – 76 se puede determinar en función de la evaluación de la relación de la presión en 73 que estado presenta la tobera de erosión. En este caso, según se ha representado para el procedimiento 70, se puede determinar al menos si se requiere un desmontaje del interruptor de autosoplado. En 74 se puede determinar si la erosión de la tobera es mayor que un valor umbral. Para ello se puede comparar una magnitud característica determinada en 73 a partir del desarrollo de presión transitorio con un valor umbral.

Si en 74 se determina que la erosión de la tobera todavía no ha avanzado tanto que se deba abrir una cámara de conmutación del interruptor de autosoplado para un examen visual de la tobera de erosión, en 75 se puede entregar un resultado de diagnóstico correspondiente. Por ejemplo, se puede entregar una información a través de la interfaz de usuario de que no se requiere un desmontaje del interruptor de autosoplado.

Si en 74 se determina que la erosión de la tobera ha avanzado tanto que se debe abrir una cámara de conmutación del interruptor de autosoplado para un examen visual de la tobera de erosión, en 76 se debe entregar un resultado de diagnóstico correspondiente. Por ejemplo, se puede entregar una información a través de la interfaz de usuario de que se debe desmontar el interruptor de autosoplado.

En 77 se puede realizar una protocolización de la medición del desarrollo de presión mediante un dispositivo de diagnóstico móvil. Para ello el desarrollo transitorio detectado de la presión en la posición de medición después del desencadenamiento del proceso de conmutación y/o una magnitud característica determinada a partir del desarrollo de presión transitorio se puede almacenar en una memoria del dispositivo de análisis. La medición del desarrollo de presión y/o el protocolo correspondiente se puede archivar.

El dispositivo de diagnóstico móvil se puede retirar del interruptor de autosoplado después de la realización del procedimiento y montar en otro interruptor de autosoplado para la nueva realización del procedimiento. Entonces para varios interruptores de autosoplado durante el mantenimiento de los interruptores de autosoplado correspondientes se puede determinar respectivamente el estado de la tobera de erosión.

En tanto que se han descrito ejemplos de realización en referencia a las figuras, se pueden realizar modificaciones en otros ejemplos de realización

Por ejemplo, los procedimientos y dispositivo de diagnóstico móviles también se pueden usar cuando están combinados varios interruptores de autosoplado en una disposición o “batería” de interruptores de autosoplado, que presentan una abertura de llenado común y/o un árbol de accionamiento común. En este caso los interruptores diferentes se conmutan mediante el árbol de accionamiento en paralelo al estado abierto. El respectivo desarrollo de presión transitorio medido en la abertura de llenado como posición de medida se puede evaluar para determinar el estado de la tobera de erosión para cada uno de los varios interruptores de autosoplado.

Se pueden usar otros sensores para realizar el diagnóstico del interruptor de autosoplado. Por ejemplo se puede medir una resistencia, caída de tensión o corriente entre los contactos del interruptor de autosoplado para determinar el instante en el que se realiza la separación de contactos. En función del instante así determinado se puede desencadenar un registro del desarrollo de presión que se detecta en la posición de medición y/o se puede determinar un intervalo de tiempo para el que se evalúa posteriormente el desarrollo de presión detectado.

En tanto que se puede realizar el diagnóstico de que sólo se determina si el interruptor de autosoplado se debe desmontar y abrir la carcasa para un examen de la tobera de erosión, el diagnóstico también puede determinar cuantitativamente el estado de la tobera de erosión. Por ejemplo, el desarrollo de presión transitorio, que se detecta durante el diagnóstico en la posición de medición, también se puede evaluar para determinar por ello la erosión de la tobera. Para ello se puede realizar una comparación con campos característicos u otras tablas en las que están almacenados los desarrollos de presión resultantes en función de la erosión de la tobera para el tipo constructivo correspondiente del interruptor de autosoplado.

Con la ayuda de procedimientos y dispositivos de diagnóstico según ejemplos de realización se puede determinar el estado de la tobera de erosión de un interruptor de autosoplado de forma no invasiva en el marco de un mantenimiento en el interruptor de autosoplado. Por consiguiente se puede evitar una abertura de la carcasa del interruptor de autosoplado en un taller que es intensiva en tiempo y costes. Los procedimientos y dispositivos de diagnóstico ponen a disposición un medio con el que se puede determinar de forma fiable la esperanza de vida o tiempo hasta la siguiente revisión de un interruptor de autosoplado y garantizar de este modo un uso eficiente del interruptor de autosoplado en la red eléctrica de suministro de energía.

Los interruptores de potencia de autosoplado se usan hoy además en redes eléctricas de suministro de energía del nivel de alta tensión y muy alta tensión. Los ejemplos de realización de la invención pueden favorecer por consiguiente la estrategia de mantenimiento y conservación de suministradores de energía u operadores de red.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el diagnóstico de un interruptor de autosoplado (1), en el que el procedimiento comprende:

- desencadenamiento de un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado (1) para desencadenar una onda de presión en un gas de llenado del interruptor de autosoplado (1),

- detección de un desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo en al menos una zona del interruptor de autosoplado (1) como reacción al proceso de conmutación, y

- determinación de un estado de una tobera de erosión (11) del interruptor de autosoplado (1), que se erosiona en un proceso de conmutación bajo carga para el soplado de un arco eléctrico de conmutación con el gas de llenado, en el que el estado de la tobera de erosión (11) se determina en función del desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1,

en el que el estado de la tobera de erosión (11) se determina en función de una modificación de presión transitoria en el desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo que se detecta como reacción al proceso de conmutación en un intervalo de tiempo (43).

3.- Procedimiento según la reivindicación 2,

en el que el desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo se detecta en una abertura de llenado (9) del interruptor de autosoplado (1) para el relleno del gas de llenado, que está espaciada de la tobera de erosión (11).

4.- Procedimiento según la reivindicación 2 ó reivindicación 3, en el que el procedimiento comprende además:

- detección de una separación de contactos de los contactos (3, 4) del interruptor de autosoplado (1),

en el que el intervalo de tiempo (43) se establece en función del instante en el que se realiza la separación de contactos.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4,

en el que para la detección de la separación de contactos se supervisa una accionamiento mecánico (5, 6) del interruptor de autosoplado (1) y/o una conexión eléctrica de los contactos (3, 4) del interruptor de autosoplado (1).

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el procedimiento comprende además:

- detección de una presión (40; 50; 60) y de una temperatura del gas de llenado antes del desencadenamiento del proceso de conmutación,

en el que el intervalo de tiempo (43) se establece en función de la presión (40; 50; 60) y la temperatura del gas de llenado que se detecta antes del desencadenamiento del proceso de conmutación.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6,

en el que el intervalo de tiempo (43) se establece además en función de una geometría del interruptor de autosoplado (1).

8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7,

en el que el estado de la tobera de erosión (11) se determina en función de una integral en el tiempo de la modificación de presión transitoria detectada.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

en el que el estado de la tobera de erosión (11) se determina en función de al menos una componente espectral del desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo.

10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además:

- recepción de una entrada del usuario con informaciones que están asociadas al interruptor de autosoplado,

en el que el estado de la tobera de erosión (11) se determina en función del desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo y en función de una consulta de la base de datos que se realiza en base a la entrada del usuario.

11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

en el que el estado determinado de la tobera de erosión (11) está seleccionado de un primer estado que permite otra operación del interruptor de autosoplado (1), y un segundo estado que requiere un examen visual de la tobera de erosión (11) del interruptor de autosoplado (1).

12.- Dispositivo de diagnóstico para el interruptor de autosoplado (1), que comprende:

- una interfaz (26) para la recepción de datos de presión que indican un desarrollo de presión (41, 42; 51, 52; 56, 57; 61 – 64) dependiente del tiempo en al menos una zona del interruptor de autosoplado (1) como reacción a un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado (1), y

- un control (25) que está acoplado con la interfaz (26) y configurado para determinar un estado de una tobera de erosión (11) del interruptor de autosoplado (1), que se erosiona en un proceso de conmutación bajo carga, en función de los datos de presión.

13.- Dispositivo de diagnóstico según la reivindicación 12, que comprende:

un sensor de presión (22) acoplable con la interfaz, en el que el sensor de presión (22) presenta una estructura de acoplamiento (24) que está configurada para la fijación en una abertura de llenado (9) del interruptor de autosoplado (1).

14.- Dispositivo de diagnóstico según la reivindicación 12 ó reivindicación 13, que comprende:

un sensor de ángulo de rotación (23) para la detección de un ángulo de rotación de un árbol de accionamiento (5) del interruptor de autosoplado (1),

en el que el control (25) está acoplado con el sensor de ángulo de rotación (23) y está configurado para determinar el estado de la tobera de erosión (11) en función de una modificación de presión en un intervalo de tiempo (43) que depende del ángulo de rotación detectado.

15.- Dispositivo de diagnóstico según una de las reivindicaciones 12 a 14, que está configurado como dispositivo de diagnóstico móvil y que está configurado para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11.

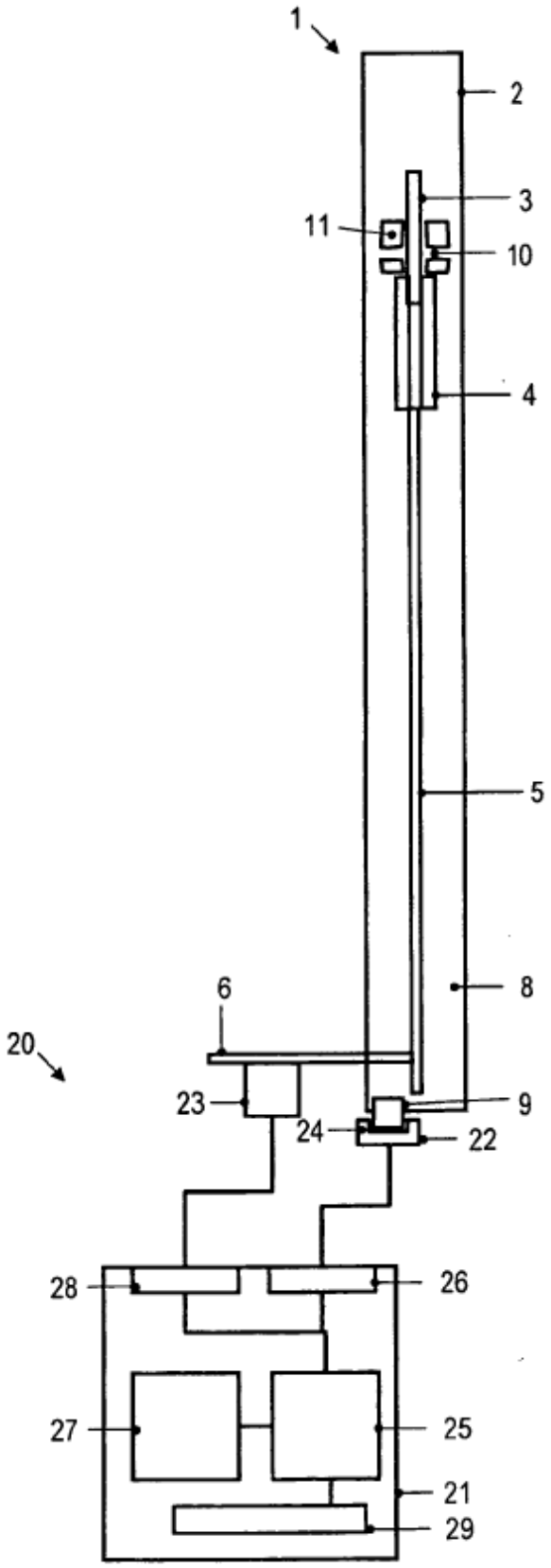

FIG. 1

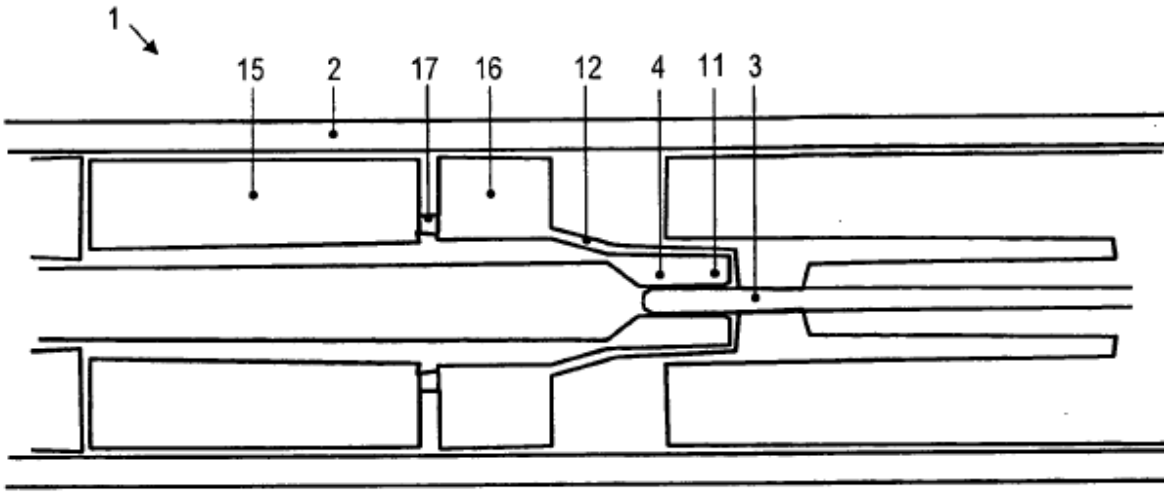

FIG. 2

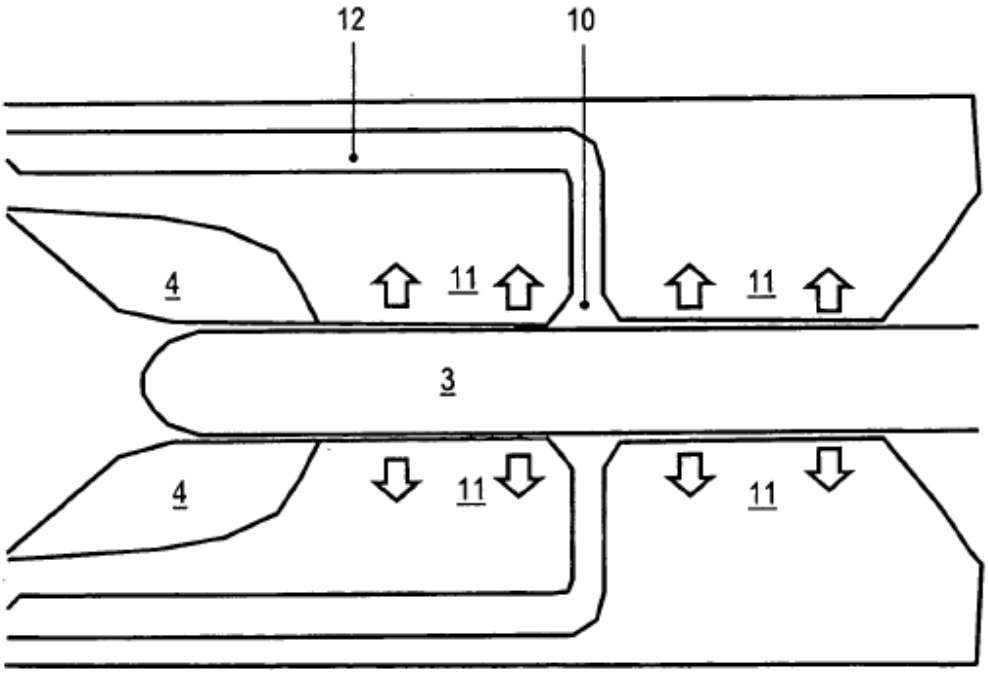

FIG. 3

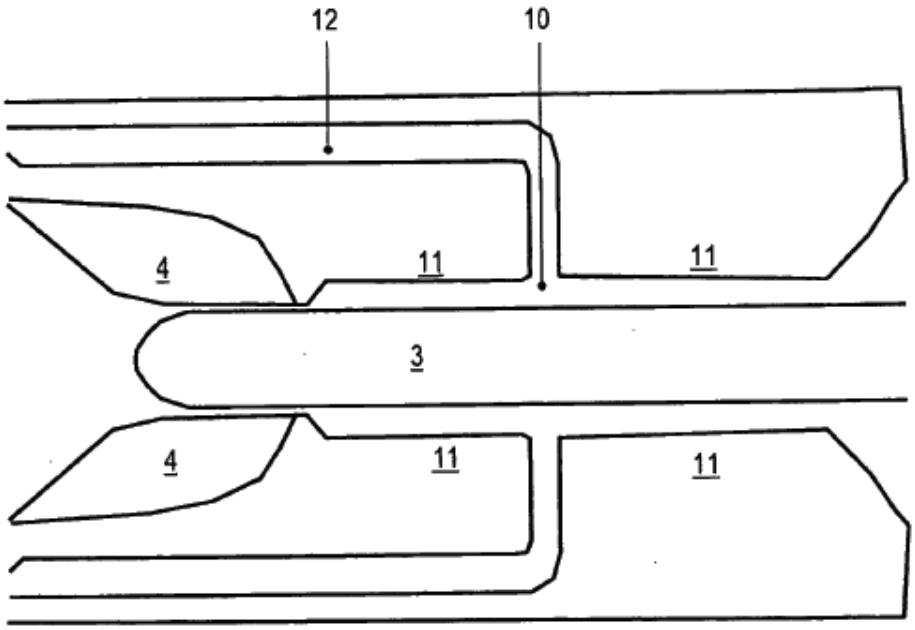
12
10
4
11
11
3
4
11
11

FIG. 4

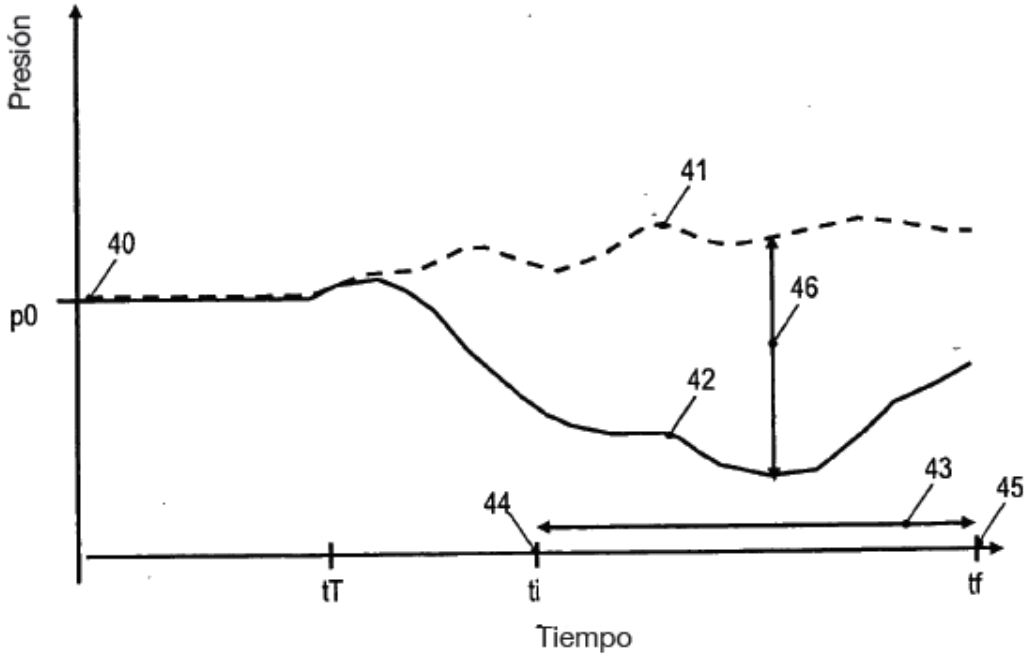
Presión
41
40
46
p0
42
43
45
44
tT
ti
tf
Tiempo

FIG. 5

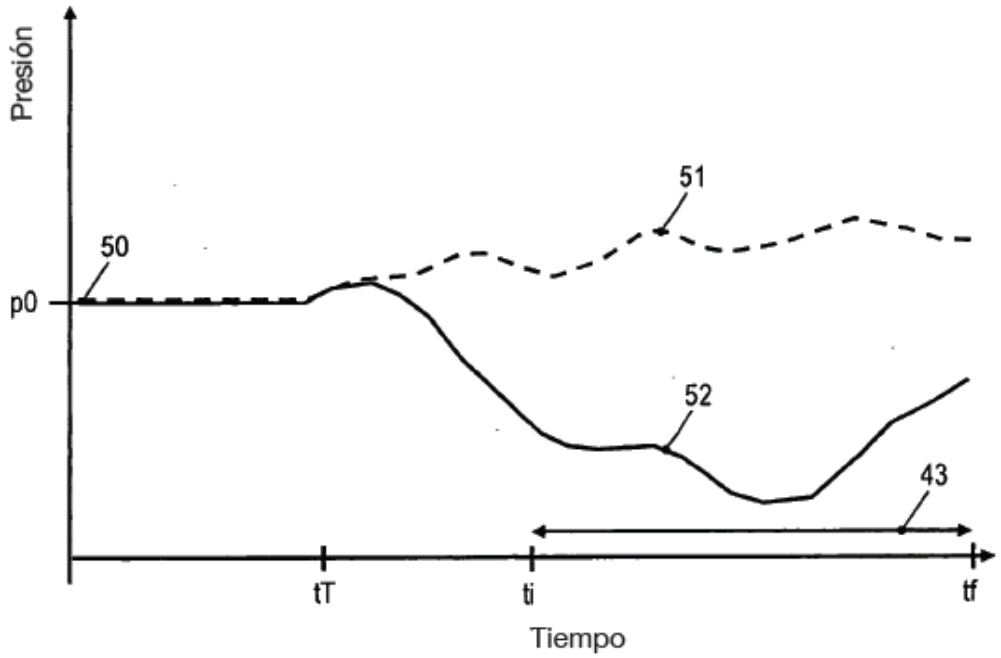
Presión
51
50
p0
52
43
tT
ti
tf
Tiempo

FIG. 6

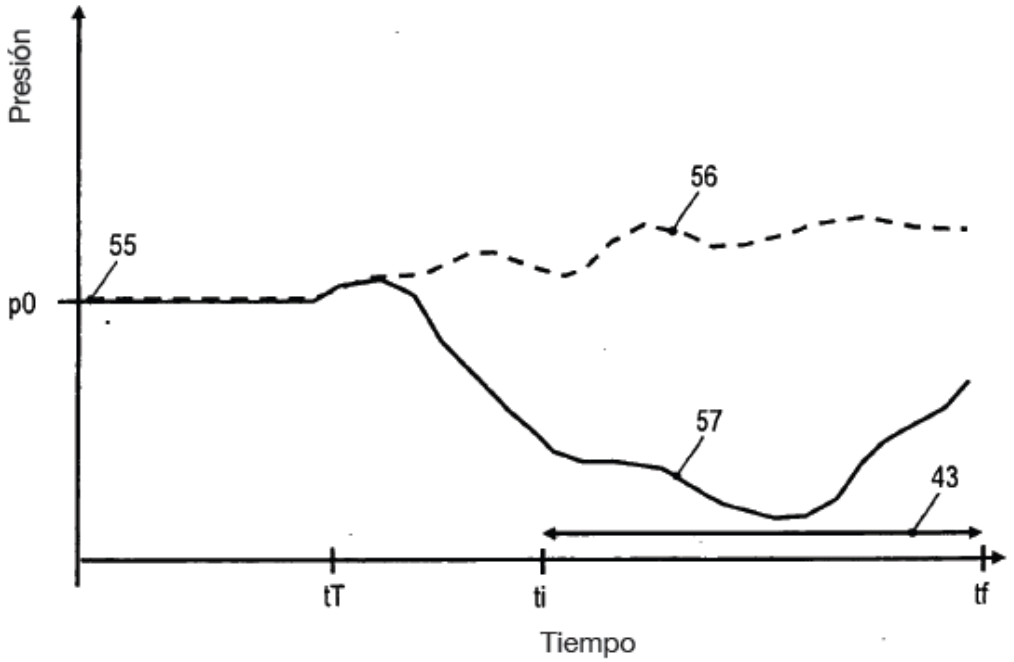
Presión
56
55
p0
57
43
tT
ti
tf
Tiempo

FIG. 7

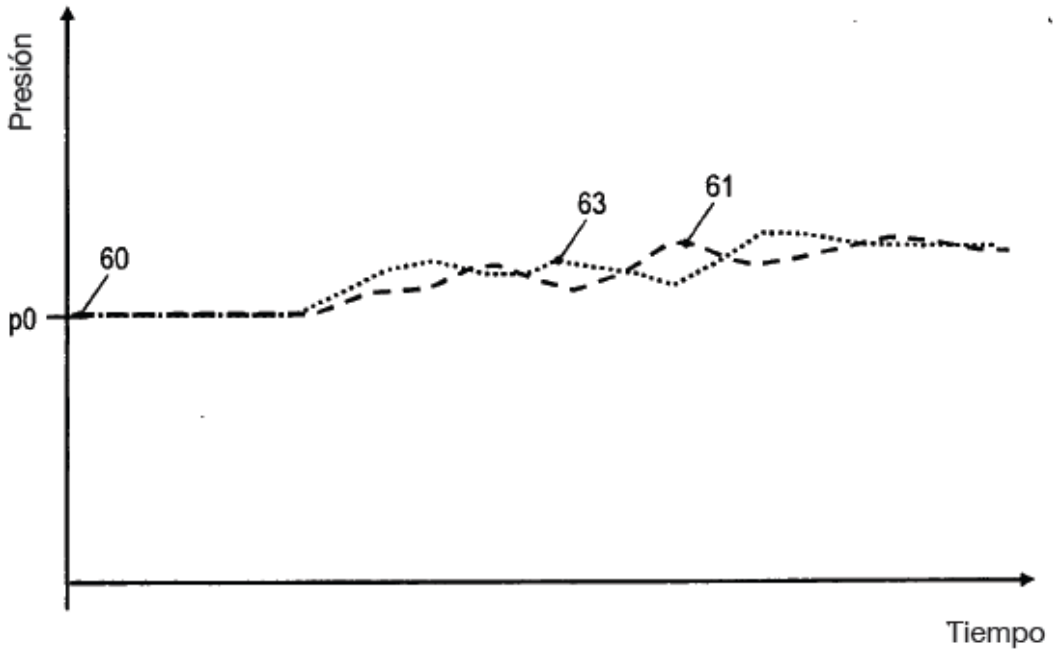

FIG. 8

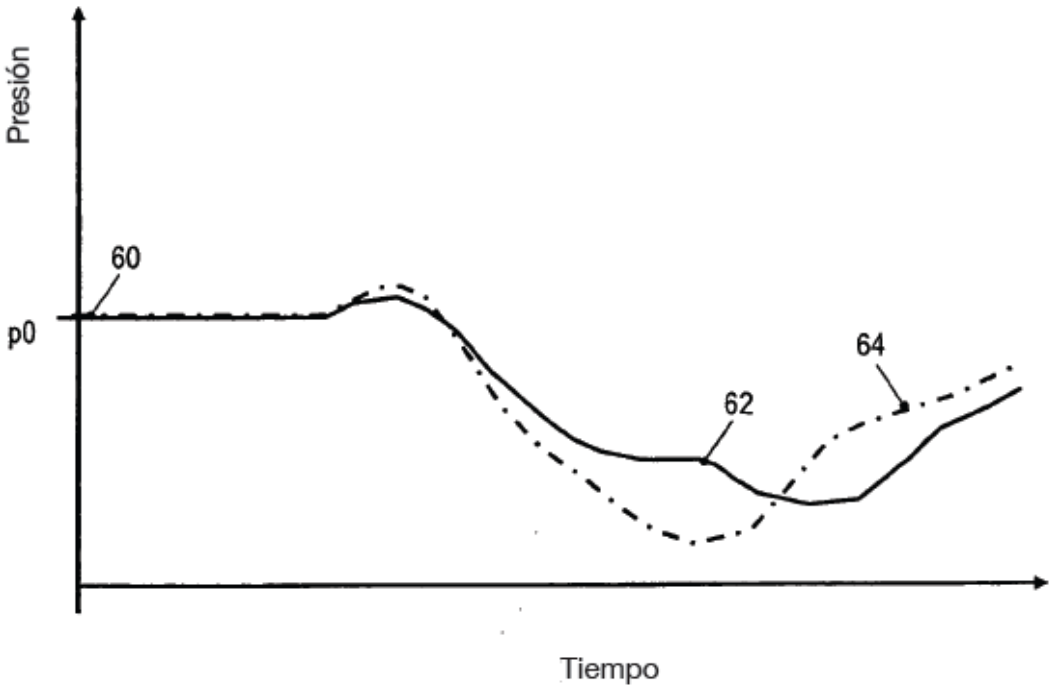

FIG. 9

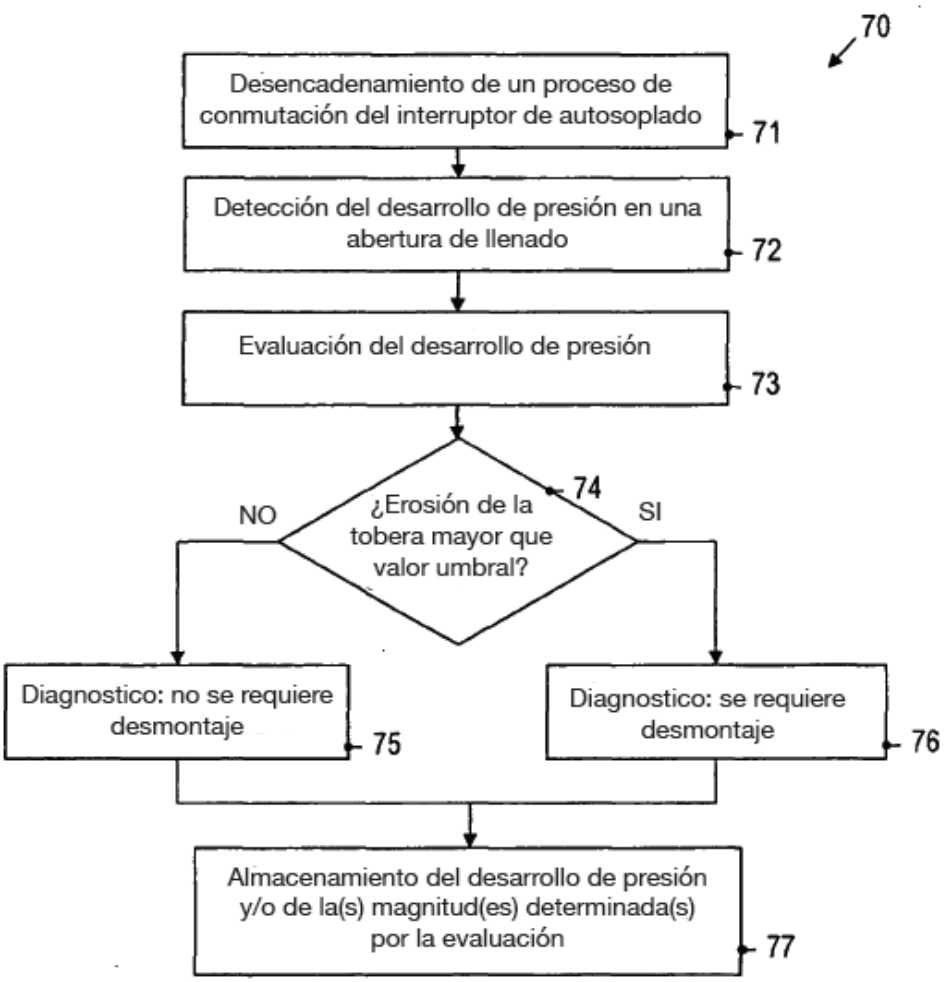
70
Desencadenamiento de un proceso de conmutación del interruptor de autosoplado
71
Detección del desarrollo de presión en una abertura de llenado
72
Evaluación del desarrollo de presión
73
¿Erosión de la tobera mayor que valor umbral?
74
NO
SI
Diagnostico: no se requiere desmontaje
75
Diagnostico: se requiere desmontaje
76
Almacenamiento del desarrollo de presión y/o de la(s) magnitud(es) determinada(s) por la evaluación
77

FIG. 10