

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 496 182**

51 Int. Cl.:

F02C 7/266 (2006.01)

G01R 19/00 (2006.01)

G05B 13/02 (2006.01)

F02P 17/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2009** **E 09778965 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014** **EP 2387737**

54 Título: **Método y dispositivo de medición para determinar el estado del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas, así como dispositivo de encendido para un quemador de una turbina de gas**

30 Prioridad:

21.11.2008 DE 102008058571

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

18.09.2014

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

GONDER, JÖRG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 496 182 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

Método y dispositivo de medición para determinar el estado del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas, así como dispositivo de encendido para un quemador de una turbina de gas.

La presente invención hace referencia a un método para determinar el estado del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas, donde en un primer paso una señal en función del tiempo que caracteriza la corriente de encendido del encendido es comparada con un valor límite superior y con un valor límite inferior. La presente invención hace referencia además a un dispositivo de medición para determinar el estado del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas, el cual comprende un sensor para la detección mediante resolución temporal de la corriente del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas, y un dispositivo de evaluación que se encuentra acoplado al sensor con al menos una memoria y al menos un medio para comparar la señal proporcionada por el sensor con al menos un valor límite almacenado en la memoria. Además, la invención hace referencia a un dispositivo de encendido para un quemador de una turbina de gas, el cual comprende un encendido que presenta dos electrodos situados de forma opuesta uno con respecto a otro, donde entre dichos electrodos puede ser generada una chispa de encendido mediante una tensión de encendido, y un transformador de encendido para generar la tensión de encendido, donde dicho transformador de encendido se encuentra conectado eléctricamente del lado secundario con los electrodos.

Un quemador de una turbina de gas del tipo correspondiente a la invención se conoce por ejemplo por la solicitud EP 1 892 474 A1. El quemador allí descrito comprende un quemador piloto que se puede prender con la ayuda del encendido tan pronto como entra a la cámara de combustión de una turbina de gas, a través del quemador piloto, un gas combustible o una mezcla de sustancias combustible. El encendido conocido por dicho documento comprende esencialmente dos electrodos de encendido que se extienden paralelamente uno con respecto al otro, los cuales se encuentran curvados uno con respecto al otro en el área de la salida de combustible del quemador piloto, presentando allí su distancia más reducida para poder generar una chispa de encendido en el área de la salida del combustible, mediante la cual puede ser prendido el combustible o la mezcla. Por lo general, para generar la chispa de encendido se aplica en los dos electrodos una tensión alterna suficientemente elevada, la cual es suministrada por un transformador de encendido. La tensión de encendido puede ascender a varios kilovoltios (kV).

Los daños o torceduras durante el transporte o la instalación producidos en uno o en ambos de los electrodos fijados en el quemador piloto pueden influenciar negativamente en la capacidad de funcionamiento de los electrodos de encendido. Asimismo, debido a dilataciones térmicas, pueden producirse roturas en el aislamiento de los electrodos de encendido o, en el peor de los casos, los electrodos de encendido pueden romperse, de manera que a pesar de la tensión de encendido aplicada, el encendido no proporcione una chispa de encendido en la salida del quemador piloto. Igualmente es posible que después de un, así llamado, lavado del compresor fuera de línea, los electrodos se encuentren humedecidos aún con el líquido para la limpieza del compresor, lo que impide también que se produzca una chispa de encendido, a pesar de la tensión de encendido aplicada, ocasionado por las corrientes de fuga que se presentan. Estos errores pueden conducir a falsos encendidos no deseados, los cuales probablemente son perjudiciales para la turbina de gas.

Por la solicitud US 4, 760, 341 se conoce un dispositivo para controlar el encendido y la chispa de encendido. El dispositivo controla la duración y la amplitud de la chispa de encendido, así como la porción negativa de la forma de onda de la descarga de la chispa. El estado del encendido, así como el estado de la chispa, se consideran adecuados cuando la duración de la chispa de encendido no supera un tiempo máximo, la amplitud de la chispa de encendido presenta una dimensión mínima y al mismo tiempo la porción negativa supera un valor mínimo aceptable. Se considera como una desventaja que este dispositivo no sea apropiado para controlar el proceso de encendido en turbinas de gas.

A este respecto, es objeto de la presente invención indicar un dispositivo de encendido para un quemador de una turbina de gas mediante el cual pueda determinarse de forma sencilla y fiable el estado del encendido eléctrico de un quemador de una turbina de gas. Otro objeto de la invención consiste en indicar un método efectivo para determinar el estado del encendido eléctrico del quemador de una turbina de gas y un dispositivo de medición para ello, con el fin de evitar un falso encendido de las turbinas de gas.

El objeto referido al método se alcanzará a través de un método según las características de la reivindicación 1. El objeto referido a un dispositivo de medición se alcanzará mediante un dispositivo según las características de la reivindicación 11 y el objeto referido a un dispositivo de encendido se alcanzará a través de un dispositivo según las características de la reivindicación 13.

En conjunto, la invención se basa en el conocimiento de que, al activar el encendido de un quemador de una turbina de gas, en su punta se produce una chispa de encendido a modo de un arco voltaico, cuyo flujo es específico. Puesto que la chispa de encendido debe ser funcional durante un período mínimo antes de la apertura de la válvula de combustible del quemador piloto o también de un quemador principal del quemador de la turbina de gas, el control del flujo de la corriente de encendido sirve para determinar en qué estado se encuentra el encendido

eléctrico del quemador de la turbina de gas. En el método acorde a la invención se prevé en un primer paso comparar una señal en función del tiempo que caracteriza la corriente de encendido del encendido con un valor límite superior y con un valor límite inferior para determinar si el encendido se encuentra o no en condiciones de funcionamiento. Se sugiere además que, en otro paso a ser ejecutado de forma simultánea, la señal característica sea comparada con un valor medio de la corriente deseada. La presente invención se basa además en el conocimiento de que la magnitud de la corriente de encendido y, conforme a ello, la magnitud de la señal que caracteriza la corriente de encendido, no sólo debe ubicarse dentro de una franja de tolerancia predeterminada, sino también en el conocimiento de que la corriente de encendido que fluye el tiempo que dura la chispa de encendido, también debe oscilar alrededor de un valor medio de la corriente deseada, debido a la fluctuación del arco voltaico, así como de la chispa. Por consiguiente, no sólo se controla el valor actual de la corriente de encendido en cuanto a si ésta se ubica por debajo o por encima de un valor mínimo/máximo, sino también se controla el flujo en el tiempo de la corriente de encendido para determinar si el encendido se encuentra o no en condiciones de funcionamiento. Si en el caso de un dispositivo de encendido considerado en principio no defectuoso no se produce una corriente de encendido que oscile alrededor del valor medio de la corriente deseada, entonces el dispositivo de encendido se considera inservible.

De acuerdo con la invención, de este modo, en un primer paso no se verifica sólo la corriente de encendido efectiva en cuanto a un valor límite superior y a un valor límite inferior, sino también en cuanto a un valor medio alrededor del cual ésta oscila por lo general de forma aleatoria en el caso de encendidos que se encuentran en condiciones de funcionamiento.

Si hubiera sido perjudicada la capacidad de encendido del encendido debido a la presencia de agua pueden producirse entonces cortocircuitos o también corrientes de fuga que tienen como consecuencia un flujo de corriente estable, que no varía por tanto alrededor del valor medio de la corriente deseada, pero que eventualmente puede hallarse también dentro de la franja de tolerancia. Debido a los cortocircuitos o a las corrientes de fuga no se produce ninguna chispa de encendido entre las puntas de los electrodos. También es posible que una chispa de encendido no se produzca en las puntas de los electrodos sino en cualquier lugar en la trayectoria entre el electrodo y la carcasa de la turbina de gas. No obstante, esta chispa de encendido se ubica en un entorno en donde no es influenciada por la corriente de la masa de aire del compresor, de manera que no se presenta la señal que varía alrededor del valor medio de la corriente deseada. Estos errores pueden detectarse como tales también a través del método propuesto.

A través de la utilización del método acorde a la invención y de los dispositivos acordes a la invención puede mejorarse aún más la disponibilidad para la puesta en marcha de las turbinas de gas, puesto que conociendo el estado del encendido, así como de los encendidos, pueden evitarse falsos encendidos ocasionados por encendidos defectuosos o inservibles. De este modo pueden tomarse a tiempo medidas para remediar la incapacitación transitoria del funcionamiento de los encendidos y/o para reparar los encendidos defectuosos, sin que debido a éstos se produzcan falsos encendidos de la turbina de gas.

El valor límite superior y el valor límite inferior y/o el valor medio de la corriente deseada, respectivamente, son en función del tiempo. Por lo tanto, los valores límite superior e inferior en función del tiempo forman una curva envolvente de la corriente deseada y el valor medio de la corriente deseada forma una curva característica de tendencia de la corriente deseada. Esto se considera particularmente ventajoso cuando durante la producción de la chispa de encendido (igual a la duración de encendido) cambian las condiciones de entorno de la chispa de encendido, lo cual provoca también una alteración de la corriente de encendido. Éste es por ejemplo el caso cuando la chispa de encendido debe proporcionarse durante una velocidad variable del rotor de la turbina de gas, puesto que a consecuencia de la velocidad variable del rotor cambia también la corriente de la masa de aire succionada por el compresor. La corriente de la masa de aire alterada conduce igualmente a una alteración de la cantidad de aire que fluye hacia los encendidos. Debido a ello se influencia en la chispa de encendido, lo cual se traduce en la magnitud de la corriente de encendido. Con respecto a esto, para condiciones de entorno variables de la chispa de encendido, se considera conveniente tomar como base para el método valores límite, así como valores medios variables y, con ello, en función del tiempo, con los cuales se compara la corriente de encendido, así como la señal que caracteriza la corriente de encendido.

Debido a la velocidad creciente del rotor durante el arranque de la turbina de gas - aún antes de la puesta en marcha de la turbina de gas, es decir aún antes de la combustión del combustible - se incrementa la corriente de la masa de aire que es conducida en los quemadores a lo largo del quemador, de manera que la chispa de encendido que ya se encuentra presente, se ve influenciada por la corriente de aire, lo cual contribuye a reducir la corriente de encendido.

En las reivindicaciones dependientes se describen variantes ventajosas.

De acuerdo con una variante ventajosa de la invención, el estado del encendido se determina como inservible, cuando la señal característica para una primera duración mínima se ubica por fuera del intervalo formado por el valor límite superior y el valor límite inferior. De este modo, una ubicación por encima del valor límite superior o por debajo del valor límite inferior a través del valor de la corriente deseada debe conducir a un aviso que indique al operador

"Encendido Inservible" cuando la corriente de encendido se ubica por fuera del intervalo durante un lapso de tiempo mínimo, preferentemente de tres segundos. De esta manera deben descartarse avisos de error casuales y falsos avisos. Igualmente, de este modo, el intervalo puede medirse también de forma más reducida que en el caso de un método que no controle el período de duración por encima o por debajo del valor límite correspondiente.

5 De acuerdo con un método especialmente preferente, el estado del encendido se determina como inservible, cuando la señal característica para una segunda duración mínima no oscila alrededor del valor medio de la corriente deseada o de la curva característica de tendencia de la corriente deseada. Debido a la dependencia de la corriente de encendido con respecto a la aleatoriedad de la chispa de encendido y a la corriente de aire que la circunda, el estado del encendido puede reconocerse como inservible cuando esta aleatoriedad no se produce en la magnitud
10 de la corriente de encendido para una segunda duración mínima, preferentemente de tres segundos. Expresado de otro modo: el valor medio de la corriente deseada, así como la curva característica de tendencia de la corriente deseada, que por lo general se encuentra dispuesto/a en el centro entre el valor límite superior y el valor límite inferior, representa una magnitud alrededor de la cual oscila de forma aleatoria la corriente de encendido que efectivamente se presenta, con la condición de que una chispa de encendido sea suministrada por los dos electrodos del encendido en la posición de encendido prevista. Por el contrario, si por ejemplo debido a una rotura de los electrodos de encendido o a una avería en el aislamiento de un electrodo se produce una corriente de cortocircuito en el quemador, no se presentaría entonces un flujo que oscile alrededor del valor medio de la corriente deseada o de la curva característica de tendencia de la corriente deseada, lo cual indica un encendido que no se encuentra en condiciones de funcionamiento. Asimismo, el control del flujo de corriente efectivo en cuanto a un flujo
20 de corriente que oscile aleatoriamente alrededor de un valor medio de la corriente deseada, así como de la curva característica de tendencia de la corriente deseada, ofrece un criterio de control particularmente eficiente mediante el cual puede determinarse de forma extremadamente fiable y segura el estado del encendido.

Para medir una corriente de encendido comparativamente reducida, cuando se proporciona un transformador de encendido para generar la tensión de encendido de los electrodos de encendido, se considera ventajoso que la
25 corriente del lado primario del transformador de encendido sea medida como corriente de encendido. De este modo es posible utilizar sensores adquiribles a través del comercio, espacialmente compactos, por ejemplo transformadores de corriente, transductores de corriente o sensores de efecto Hall.

De manera complementaria, o en lugar de la comparación referida a si la corriente de encendido medida que se presenta de forma efectiva varía dentro de la curva envolvente de la corriente deseada, puede efectuarse también
30 una medición de patrones de flujos de corriente para determinar si el encendido controlado se encuentra o no en condiciones de funcionamiento. Con este fin, se mide previamente un flujo de referencia (patrón de referencia) de la corriente de encendido después de apagar la turbina de gas, es decir después de interrumpir el suministro de combustible cuando el rotor aún se encuentre rotando. En esta fase se ponen en funcionamiento los encendidos y el flujo de corriente del encendido se mide durante un período predeterminado, por ejemplo de 10 segundos, y se almacena. El patrón de referencia puede compararse posteriormente con flujos de corriente de encendido que hayan sido medidos antes de la puesta en marcha de la turbina de gas.
35

De manera preferente, el método para determinar el estado del encendido se realiza durante la rotación de un rotor de la turbina de gas o antes de la puesta en marcha de la turbina de gas. De este modo puede reducirse el período de duración hasta la puesta en marcha de la turbina de gas, puesto que la verificación en cuanto a la capacidad de funcionamiento de los encendidos se efectúa ya durante el arranque pero no encontrándose encendida la turbina de gas.
40

Por lo general, durante el arranque de la turbina de gas cambia la velocidad del rotor. Generalmente ésta aumenta de forma continua. Para determinar previamente las influencias de las condiciones de entorno que actúan sobre los trayectos de encendido, así como sobre las chispas de encendido, es conveniente determinar el flujo de corriente del
45 encendido con capacidad de funcionamiento, en base al cual se determina la curva característica de tendencia de la corriente deseada. Para garantizar que el encendido con capacidad de funcionamiento sea verificado en un estado seco, la determinación del flujo de corriente que se toma como base para la curva característica de tendencia de la corriente deseada debe ser medido después de ser apagada la turbina de gas. Para los valores determinados se realiza una interpolación, preferentemente polinomial, a partir de la cual, como curva característica de tendencia, puede determinarse un valor esperado para la corriente deseada, alrededor del cual oscila en realidad la corriente de encendido. El valor medio de la corriente deseada puede determinarse de este modo siempre que la velocidad del rotor se mantenga constante.
50

De acuerdo con otro método ventajoso de la invención, es verificado cada uno de los encendidos de una turbina de gas en cuanto a su capacidad de funcionamiento, en base a lo cual resulta la cantidad de encendidos con capacidad de funcionamiento para la turbina de gas. Si la cantidad de encendidos con capacidad de funcionamiento se ubica por debajo de una cantidad mínima de encendidos con capacidad de funcionamiento, donde la cantidad mínima es menor que la cantidad de los encendidos o quemadores, puede entonces negarse el permiso de inicio de la turbina de gas, lo cual conduce a que el suministro de combustible no se abra de forma inmediata. Por ejemplo, si no se alcanza la cantidad mínima de encendidos con capacidad de funcionamiento después del lavado del compresor
55

fuera de línea, es conveniente secar los encendidos a través de un proceso de precalentamiento. A continuación puede efectuarse otro intento de inicio. Después de efectuarse una fase de precalentamiento también es posible realizar una nueva verificación de cada encendido para determinar si entretanto se encuentra presenta una cantidad suficiente de encendidos con capacidad de funcionamiento. Independientemente del método utilizado para determinar el estado del encendido, este método se considera conveniente en particular en el caso de turbinas de gas con cámaras de combustión anulares, en donde una cantidad de quemadores desembocan en un espacio de combustión común, debido a lo cual puede ocasionarse un encendido de quemadores no encendidos también por aquellas llamas que se encuentran directamente próximas al respectivo quemador.

Otras ventajas y características de la invención se indican a continuación en la descripción de las figuras.

10 Los dibujos muestran:

Figura 1: un plano esquemático de un dispositivo de encendido con un dispositivo de medición;

Figura 2: el desarrollo en el tiempo de la corriente de encendido durante el tiempo de encendido del encendido de un quemador de una turbina de gas, con una velocidad del rotor de 2 Hz; y

Figura 3: el desarrollo en el tiempo de la corriente de encendido durante el arranque de la turbina de gas.

15 En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo de encendido 10, así como un dispositivo de medición 12, para determinar el estado del encendido eléctrico 14 de un quemador de una turbina de gas. El dispositivo de encendido 10 comprende un encendido 14 que presenta dos electrodos 16 situados de forma opuesta uno con respecto a otro, entre cuyas puntas de los electrodos 20 puede ser generada una chispa de encendido 22 mediante una tensión de encendido que puede aplicarse en los electrodos 16. Los dos electrodos 16 se encuentran conectados eléctricamente con un bobinado secundario de un transformador de encendido 24. El bobinado primario del transformador de encendido 24 se encuentra conectado a una fuente de tensión alterna 26 conmutable, donde un transductor de corriente 28, como sensor, se encuentra conectado en serie con respecto al transformador de encendido 24, mediante el cual puede detectarse una señal que caracteriza la corriente de encendido del lado primario, para posteriormente ser procesada. Una conexión del lado primario del transformador de encendido puede conectarse eléctricamente con la fase L mediante un interruptor, donde la otra conexión del lado primario del transformador de encendido 24 se encuentra conectada al conductor neutro N mediante el transductor de corriente 28. Los electrodos 16 pueden consistir por ejemplo en los electrodos del encendido de un quemador piloto o de un quemador principal de una turbina de gas, mediante el cual un gas de combustión, una mezcla combustible de gas de combustión y aire o una mezcla de aceite y aire puede ser encendida al proporcionarse una chispa de encendido 22. En particular, tanto el quemador como también los electrodos 16 pueden estar diseñados según lo indicado en la solicitud de patente europea con el número de aplicación 06017534.6 (publicada como solicitud EP 1 892 474 A1). La señal que caracteriza la corriente de encendido se suministra en la salida 30 del transductor de corriente 28 tan pronto como el interruptor de la fuente de tensión alterna 26 se encuentra cerrado. La señal característica puede entonces ser suministrada a una unidad de evaluación 29 que principalmente comprende tres detectores del valor límite 34, 38, 42; tres puertas AND 50, 57, 53; cuatro unidades de temporización 48, 60, 72, 80 y una puerta OR 54.

Específicamente, la salida 30 del transductor de corriente 28 se encuentra conectada a una entrada 32 del primer detector del valor límite 34. Asimismo, la salida 30 se encuentra conectada a una entrada 36 del segundo detector del valor límite 38 y a una entrada 40 del tercer detector del valor límite 42. La salida 44 del primer detector del valor límite 34 se encuentra conectada a la entrada 45 de la primera puerta AND 50, cuya salida 59, mediante la entrada 46 de la unidad de temporización 48 y su salida 50, se encuentra conectada a la entrada 52 de la puerta OR 54. Una salida 47 del segundo detector del valor límite 38 se encuentra conectada a una entrada 67 de la segunda puerta AND 57, cuya salida 69, mediante la entrada 58 de la segunda unidad de temporización 60 y su salida 62, se encuentra conectada a su vez a una entrada 64 de la puerta OR 54. Una salida 49 del tercer detector del valor límite 42, mediante la tercera puerta AND 53 y su salida 66, mediante la entrada del inversor 68, alcanza una entrada 70 de la tercera unidad de temporización 72, cuya salida 74 se encuentra conectada a una entrada 76 de la puerta OR 54. Asimismo, la salida 66 de la tercera puerta AND 53 se encuentra conectada a una entrada 78 de la cuarta unidad de temporización 80, cuya salida 82 se encuentra conectada a una cuarta entrada 84 de la puerta OR 54. Las tres puertas AND 50, 57, 53; como dispositivo de bloqueo para la liberación, se encargan de que la corriente de encendido a ser controlada sea comparada con los valores límite de una corriente de referencia (valor medio de la corriente deseada) almacenados en la memoria, bajo las mismas condiciones de entorno, y de que pueda ser iniciada en momentos comparables. Con este fin, en las entradas 39, 55 de las puertas AND 50, 57, 53 se conmutan respectivamente señales para "Velocidad mayor a 5,5 Hz" y "Encendido conectado". Con la condición de que la velocidad del rotor sea mayor que una velocidad límite de 5,5 Hz ($= 5,5 \text{ Hz} \times 60 \text{ s} = 330 \text{ min}^{-1}$) puede verificarse si la turbina de gas se encuentra en el proceso de arranque o no (la velocidad del rotor es menor a 5,5 Hz). La señal de una salida 93 de la puerta OR 54 se indica al operador de la turbina de gas. En tanto que se determine allí una señal "1" lógica el estado del respectivo encendido 14 se indicará al operador como inservible. A menos que inmediatamente antes de la verificación se haya realizado un lavado del compresor fuera de línea, esto indica que se trata de un encendido 14 defectuoso.

En el caso de una velocidad de 6,2 Hz, con la conexión de la tensión de encendido ("encendido = conectado"), a través de la fuente de tensión alterna 26 conmutable en el transformador de encendido 24, se inicia el método para determinar el estado del encendido 14, efectuándose comparaciones desde ese momento en cada detector del valor límite 34, 38, 42. La señal proporcionada por el transductor de corriente 28 en su salida 30, la cual representa la corriente de encendido del lado primario, es controlada por el primer detector del valor límite 34 en combinación con el dispositivo de bloqueo para la liberación a través de la puerta AND 50, así como de la primera unidad de temporización 48. En el primer detector del valor límite 34 se encuentra almacenado al menos un valor límite superior que es comparado con la señal que se presenta en su entrada 32. El primer valor límite representa una magnitud admisible máxima de la corriente de encendido. Si la señal que se presenta se encuentra por encima del primer valor límite, entonces en la salida 44 del primer detector del valor límite 34 se presenta una señal "1" lógica que, mediante la puerta AND 50, desde la primera unidad de temporización 48, alcanza su salida 50, en tanto que la señal "1" lógica para una duración mínima, de por ejemplo 3 segundos, se presenta de forma ininterrumpida en la salida 46 de la primera unidad de temporización 48.

El segundo detector del valor límite 38, la segunda puerta AND 57 y la segunda unidad de temporización 60 trabajan de forma análoga, donde sin embargo la señal que caracteriza la corriente de encendido, que se ubica de forma adyacente en la entrada 36 del segundo detector del valor límite 38, es comparada con un segundo valor límite que se encuentra almacenado en el segundo detector del valor límite 38, donde el segundo detector del valor límite 38 proporciona una señal "1" lógica en su salida 47 tan pronto como la señal característica se ubica por debajo del segundo valor límite. El segundo valor límite representa una magnitud admisible mínima de la corriente de encendido.

Mediante la segunda puerta AND 57, así como con la ayuda de la segunda unidad de temporización 60, la señal "1" lógica proporcionada en la salida 47 alcanza la puerta OR 54 cuando ésta se presenta de forma ininterrumpida durante un tiempo mínimo, por ejemplo de 3 segundos, en la entrada 58 de la segunda unidad de temporización 60.

El tercer detector del valor límite 42 trabaja en combinación con la tercera puerta AND 53, el inversor 68 y la tercera y la cuarta unidad de temporización 72, 80; igualmente de forma análoga. La salida 74 de la tercera unidad de temporización 72 y la salida 82 de la cuarta unidad de temporización 80 conducen respectivamente a una señal "0" lógica cuando la señal característica se presenta en la entrada 40 del tercer detector del valor límite 42 por un tiempo no superior a una duración mínima, por ejemplo de tres segundos, de manera ininterrumpida por encima o por debajo de un tercer valor límite que se encuentra almacenado en el tercer detector del valor límite 42. El tercer valor límite corresponde al valor medio de la corriente deseada, el cual se ubica en el centro, entre el valor límite superior e inferior. Por tanto, la señal que se presenta en la entrada 40 debe oscilar alrededor del tercer valor límite para que las salidas 74, 82 de la tercera y la cuarta unidad de temporización 72, 80 conduzcan siempre a la señal "0" lógica. Si el flujo de corriente que oscila alrededor del tercer valor límite no se presenta durante más de tres segundos, entonces una de las dos unidades de temporización 72, 80 emite una señal "1" lógica.

En la salida 93 de la puerta OR 54 puede detectarse entonces el estado del encendido 14, donde al emitirse una señal "1" lógica el estado del encendido 14 se define como inservible y, al emitirse una señal "0" lógica el estado se define como con capacidad de funcionamiento.

Los valores límite almacenados en los tres detectores del valor límite 34, 38 y 42 pueden ser en función del tiempo, donde el valor límite almacenado en el primer detector del valor límite 34 forma el valor límite superior de la curva envolvente de la corriente deseada, el valor límite almacenado en el segundo detector del valor límite 38 forma el valor límite inferior de la curva envolvente de la corriente deseada y el valor límite almacenado en el tercer detector del valor límite 42 representa el valor medio de la corriente deseada, alrededor del cual oscila por lo general la corriente de encendido, en tanto se encuentre presente un encendido con capacidad de funcionamiento y la tensión de encendido en las puntas de los electrodos genere una chispa de encendido 22. El primer y el segundo detector del valor límite 34, 38 se encuentran diseñados respectivamente como comparadores del valor límite y el tercer detector del valor límite 42 como comparador, el cual controla en cuanto a su flujo oscilante la señal que aparece en su entrada 40, la cual caracteriza el flujo de la corriente de encendido.

En la figura 2 se representa a modo de ejemplo un flujo de corriente a través del encendido 14 con capacidad de funcionamiento del quemador de una turbina de gas. De acuerdo con ello, sobre la abscisa se traza un tiempo, mientras que sobre la ordenada se traza la corriente de encendido, así como la magnitud de esta señal característica.

En la figura 2 se representa en una línea 43 el flujo de corriente efectivo detectado por el transductor de corriente 28. El flujo de corriente 43 mostrado representa un ejemplo de un flujo de corriente que se presenta en el caso de encendidos 14 con capacidad de funcionamiento.

El flujo de corriente, en el caso de una velocidad del rotor particularmente reducida, por ejemplo de 2 Hz, fue determinado antes de la puesta en funcionamiento. El valor 2 Hz corresponde a una velocidad del rotor de 120 revoluciones por minuto. Debido a la velocidad comparativamente reducida del rotor de la turbina de gas, el

compresor perteneciente a la turbina de gas succiona una cantidad de aire comparativamente reducida, de manera que el aire bombeado a través del quemador y de la turbina no ejerce una influencia notable sobre una chispa de encendido 22 que se encuentra en la punta 20 de los electrodos 16. En tanto se ejecute el método acorde a la invención, en el caso de una velocidad del rotor reducida, puede trabajarse con valores límite constantes en el tiempo.

El método prevé la utilización de tres valores límite. El primer valor límite, el cual puede denominarse también valor límite superior, representa la corriente de encendido máxima admisible del encendido 14. La curva característica superior del valor límite se representa en la figura 2 a modo de una línea mixta y se indica con el símbolo de referencia 31. La curva característica superior del valor límite según la figura 2 muestra un valor límite constante en el tiempo que puede estar almacenado en el primer detector del valor límite 34.

El segundo valor límite, el cual puede denominarse también valor límite inferior, se representa a modo de una línea de guiones. El valor límite constante en tiempo según la figura 2 se representa mediante una curva característica inferior del valor límite 41. El valor límite superior 31 y el valor límite inferior 41 forman una curva envolvente de la corriente deseada o un intervalo, en donde debe ubicarse o se ubica la corriente de encendido que se presenta de forma efectiva en el caso de un encendido 14 con capacidad de funcionamiento, en el caso de una velocidad del rotor reducida. El tercer valor límite, igualmente constante en el tiempo, el cual representa el valor medio de la corriente deseada, se muestra en la figura 2 a modo de una línea punteada 51.

Debido a la velocidad comparativamente reducida del rotor, la influencia del aire que fluye en las puntas de los electrodos 16 sobre la chispa de encendido 22 es comparativamente reducida, de manera que en los detectores del valor límite 34, 38, 42 con valores límite constantes 31, 41 y 51 puede controlarse la capacidad de funcionamiento del respectivo encendido.

Puesto que la chispa de encendido 22 del encendido 14 se conforma como un arco voltaico, la corriente de encendido y su señal característica oscila alrededor del tercer valor límite 51 que se ubica en el centro, entre el valor límite superior e inferior 31, 41. En tanto que no se produzca un flujo 43 de la corriente de encendido que oscile de forma aleatoria alrededor del tercer valor límite 51, indicaría un encendido 14 inservible.

La figura 3 muestra un diagrama análogo al de la figura 2, donde la abscisa representa el tiempo y la ordenada la corriente de encendido. En el diagrama se representa el primer valor límite superior 31, en función del tiempo. El símbolo de referencia 41 representa el segundo valor límite, igualmente en función del tiempo, el cual representa un límite admisible inferior para la corriente de encendido en función del tiempo. El valor límite superior 31 en función del tiempo y el valor límite inferior 41 en función del tiempo forman una curva envolvente para la corriente deseada, en donde sin embargo la corriente de encendido aleatoria puede variar en su magnitud, en tanto el encendido 14 se encuentre en condiciones de funcionamiento. En el centro, entre la curva característica superior del valor límite 31 y la curva característica inferior del valor límite 41, paralelamente con respecto a éstas, se extiende una curva característica de tendencia de la corriente deseada 51 que igualmente está en función del tiempo en cuanto a su magnitud.

Si el método acorde a la invención para determinar el estado del encendido eléctrico 14 de un quemador de una turbina de gas es ejecutado durante el proceso de arranque de la turbina de gas, donde la velocidad del rotor aumenta de forma continua, entonces, con la ayuda de los valores límite desde ahora en función del tiempo, puede indicarse un método aún más mejorado para controlar el encendido 14. A causa de los incrementos continuos de la velocidad del rotor, el cual es accionado por un dispositivo de rotación externo, la cantidad de aire succionada mientras tanto por el compresor aumenta de forma continua. La cantidad de aire succionada por el compresor es conducida también parcialmente a los encendidos 14 del quemador de la turbina de gas, de manera que las condiciones de entorno de la chispa de encendido igualmente cambian de forma continua al incrementarse la cantidad de aire conducida. Debido a la alteración de las condiciones de entorno de la chispa de encendido 22 cambia también su corriente de encendido. Para poder efectuar la verificación del encendido 14 en cuanto a su capacidad de funcionamiento a pesar del arranque de la turbina de gas desde una velocidad del rotor reducida, por ejemplo de 2 Hz, a una velocidad del rotor mayor, por ejemplo de 7,2 Hz dentro de diez segundos, los valores límite 31, 41, 51 que se toman como base para el método son almacenados como magnitudes en función del tiempo en los detectores del valor límite 34, 38, 42; tomándose como base las comparaciones realizadas allí de forma continua. También aquí se realizan comparaciones a partir del momento en el cual la tensión de encendido se aplica en el transformador de encendido 24 mediante el interruptor de la fuente de tensión alterna 26 conmutable.

La determinación de los valores límite 31, 41 y 51, a modo de ejemplo, puede efectuarse después de apagar la turbina de gas, en el caso de una velocidad del rotor correspondiente. Para ello se realiza una o varias veces un encendido de prueba durante la puesta en marcha de la turbina de gas, donde todas las válvulas de combustible permanecen cerradas y, gracias a ello, ningún combustible o mezcla combustible escapa desde las salidas de combustible. Para la duración del encendido de prueba se determina el flujo de corriente de encendido, a partir del cual, con la ayuda de una interpolación en la cual se utiliza un polinomio de tercer grado, puede determinarse una curva característica de tendencia de la corriente deseada. A través de la determinación de una pluralidad de curvas

características de tendencia de la corriente deseada de esta clase y a través de su valor medio pueden descartarse otras influencias aleatorias. El valor límite superior, así como la curva característica superior del valor límite 31 y el valor límite inferior, así como la curva característica inferior del valor límite 41, pueden ser determinados a través de una simple traslación, es decir, sumando o restando una desviación de la corriente admisible, de la corriente de encendido.

En lugar de la comparación referida a si el flujo de encendido efectivo se ubica dentro de la curva envolvente y varía alrededor del valor de tendencia, puede efectuarse también una comparación de patrones de flujos para determinar si el encendido 14 que es controlado con el dispositivo de medición 12 se encuentra o no en condiciones de funcionamiento.

Por lo tanto, el dispositivo de medición 12, de forma alternativa a la unidad de evaluación 29, o de forma complementaria, puede presentar un dispositivo 13 para el control de patrones. La señal que caracteriza la corriente de encendido del transductor de corriente 30 puede ser suministrada de valores 63 a una entrada 61 de una memoria de escritura. Con la ayuda de un elemento multiplicador 65, los valores de corriente almacenados en la memoria de valores 63, así como los valores que representan el flujo de corriente determinado pueden ser multiplicados por el factor F, en tanto debe efectuarse una comparación posterior de los valores almacenados con un flujo efectivo, la cual se realiza en el caso de una velocidad del rotor diferente a aquella en la cual fueron determinados los valores almacenados en la memoria de valores.

Con el fin de registrar el flujo de referencia (patrón de referencia), la corriente de encendido es determinada después de apagar una turbina de gas (marcha en inercia). En el caso de una velocidad constante del rotor de 2 Hz, tan pronto como ésta se alcanza, el transformador de encendido 24 es conectado durante diez segundos. Mientras tanto, la corriente de encendido es medida de forma continua y su flujo es almacenado como valor en función del tiempo en la memoria de valores 63. Para almacenar los valores que se presentan en la entrada X1, una señal "1" lógica se produce mientras tanto en la entrada I1 de la memoria de valores 63. Las condiciones para realizar la señal "1" lógica en la entrada I1 se encuentran vinculadas mediante una puerta AND 81: a la entrada X se proporciona el resultado de la condición "¿Temperatura de salida aún mayor a 100°C?", a la entrada Z se proporciona el resultado "¿Encendido conectado?" y a la entrada W se proporciona el resultado "¿No se realizó previamente un lavado?" Con la ayuda de la medición, a una velocidad del rotor, así llamada de rotación, de 2 Hz, el flujo de la corriente de encendido del encendido 14 con capacidad de funcionamiento es mantenido en condiciones secas garantizadas, puesto que el aire succionado y suministrado por el compresor presenta una temperatura superior a 100°C.

La comparación de patrones puede realizarse especialmente después de un lavado del compresor fuera de línea. La corriente de encendido determinada actualmente es conducida a una posición de sustracción 94 mediante el transductor de corriente 30 para comparar la corriente de encendido determinada actualmente con los valores almacenados en la memoria de valores 63, tan pronto como se presenta la tensión de encendido (Z = señal "1" lógica) el lavado ha finalizado (W = señal "1" lógica) y se alcanza nuevamente la velocidad de rotación (Y = señal "1" lógica) de 2 Hz. Se proporciona entonces una magnitud de diferencia en la salida 95 de la posición de sustracción 94, la cual oscila alrededor de un punto cero cuando el flujo de la corriente de encendido efectiva y el flujo de la corriente de flujo almacenada se asemejan, lo cual señala un encendido 14 con capacidad de funcionamiento. Con la ayuda de un cuarto detector del valor límite 96, de un inversor 97, de una quinta unidad de temporización 98 y de una sexta unidad de temporización 99 pueden determinarse desviaciones de la línea cero. Si las desviaciones se presentan parcialmente más prolongadas que una duración predeterminada, entonces el estado del encendido 14 es indicado como inservible por una puerta OR 54 a través de la emisión de una señal "1" lógica.

Si la capacidad de encendido del respectivo encendido 14 ha sido perjudicada por la presencia de agua utilizada en el lavado del compresor fuera de línea, pueden producirse entonces cortocircuitos que tienen como consecuencia un flujo de corriente constante que no varía alrededor de la línea de tendencia y que eventualmente puede encontrarse ubicado muy por debajo o muy por encima del valor límite inferior o del valor límite superior. Debido a los cortocircuitos, falta la tensión de encendido que se posicione en las puntas de los electrodos 20, de manera que tampoco se produce la chispa de encendido. Además, no se ejerce ninguna influencia a través de la corriente de la masa de aire, de manera que no se produce el curso alternante de la señal.

Por ejemplo, si la turbina de gas se encuentra provista de una pluralidad de quemadores, donde cada quemador presenta un encendido 14 asociado al mismo, y donde los quemadores desembocan en un cámara de combustión común en forma de una cámara de combustión anular, entonces puede negarse el permiso de inicio de la turbina de gas, lo cual se aplica también para la apertura de las válvulas de combustible, cuando después de un programa de lavado se determina que una serie de encendidos 14 han sido perjudicados en su funcionamiento debido a la humedad, debe considerarse como probable un falso encendido de la turbina de gas. Si este caso de error puede determinarse con la ayuda de dispositivos de encendido 10, la puesta en marcha de la turbina puede posponerse. De este modo, los electrodos de encendido 16 pueden ser secados mediante un precalentamiento. El precalentamiento puede lograrse por ejemplo conectando el transformador de encendido 24 durante un tiempo de aproximadamente 30 segundos. De forma alternativa o complementaria con respecto a ello, a través del incremento de la corriente de la masa de aire (lavado de la caldera) puede iniciarse el secado de los encendidos que

probablemente aún se encuentran húmedos. Cuando en el caso de un nuevo encendido de prueba consecutivo o de una medición de prueba se detecta una cantidad suficiente de encendidos con capacidad de funcionamiento, por ejemplo del 75 % de la cantidad de encendidos, entonces la turbina de gas puede ser puesta en marcha sin el riesgo de un encendido defectuoso debido a problemas del encendido.

- 5 En conjunto, en la presente invención se indica un método para determinar un estado del encendido eléctrico 14 de un quemador de una turbina de gas, así como un dispositivo de medición 12 y un dispositivo de encendido 10 para un quemador de una turbina de gas, mediante los cuales puede impedirse el falso encendido de turbinas de gas debido a encendidos inservible. En el método se prevé que una señal en función del tiempo que caracteriza la corriente de encendido del encendido 14 sea comparada con un valor límite superior y con un valor límite inferior,
- 10 comparando al mismo tiempo la señal característica con un valor medio de la corriente deseada, alrededor del cual la corriente de encendido debe oscilar de forma aleatoria en el caso de un encendido 14 con capacidad de funcionamiento.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar un estado del encendido eléctrico (14) de un quemador de una turbina de gas, donde en un primer paso una señal en función del tiempo que caracteriza la corriente de encendido del encendido (14) es comparada con un valor límite superior y con un valor límite inferior, caracterizado porque la señal característica describe la magnitud de la corriente de encendido y, en otro paso, la señal característica es comparada con un valor medio de la corriente deseada, donde el valor límite superior y el valor límite inferior, formando una curva envolvente de la corriente deseada, y/o el valor medio de la corriente deseada, formando una curva característica de tendencia de la corriente deseada (51), son respectivamente en función del tiempo.
2. Método según la reivindicación 1, donde el estado del encendido (14) se determina como inservible, cuando la señal característica para una primera duración mínima se ubica fuera del intervalo formado por el valor límite superior y el valor límite inferior.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, donde el estado del encendido (14) se determina como inservible, cuando la señal característica para una segunda duración mínima no oscila alrededor del valor medio de la corriente deseada o de la curva característica de tendencia de la corriente deseada (51).
4. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde se proporciona un transformador de encendido (24) para generar una tensión de encendido para electrodos de encendido (16), donde la corriente del lado primario del transformador de encendido (24) es medida como corriente de encendido.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde las comparaciones se realizan mediante una pluralidad de comparaciones de patrones de flujos de corriente.
6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, el cual se ejecuta durante la rotación de un rotor de una turbina de gas o antes de la puesta en marcha de la turbina de gas.
7. Método según la reivindicación 6, donde cambia la velocidad del rotor.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el flujo de corriente de un encendido (14) con capacidad de funcionamiento es determinado previamente, donde desde dicho flujo de corriente es determinada la curva característica de tendencia de la corriente deseada (51).
9. Método según la reivindicación 8, donde el flujo de corriente del encendido (14) con capacidad de funcionamiento es medido después de apagar la turbina de gas.
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde en otro paso se determina una cantidad de encendidos con capacidad de funcionamiento de los quemadores de la turbina de gas y la cantidad es comparada con una cantidad mínima predeterminada de encendidos con capacidad de funcionamiento, donde si se identifica como con capacidad de funcionamiento una cantidad mínima de encendidos, donde dicha cantidad es menor que la cantidad de encendidos o quemadores, en un paso sucesivo en el tiempo se abre el suministro de combustible hacia la cantidad de quemadores de la turbina de gas.
11. Dispositivo de medición (12) para determinar un estado del encendido eléctrico (14) de un quemador de una turbina de gas, el cual comprende un sensor (28) para la detección mediante resolución temporal de la corriente del encendido eléctrico (14) de un quemador de una turbina de gas, y un dispositivo de evaluación (29) que se encuentra acoplado al sensor (28) con al menos una memoria y al menos un medio para comparar la señal proporcionada por el sensor (28) con al menos un valor límite almacenado en la memoria, donde en el dispositivo de evaluación (29) se encuentran almacenados tres valores diferentes en cuanto a su magnitud y se proporcionan al menos tres medios para comparar la señal respectivamente con uno de los tres valores, caracterizado porque dos de los tres valores, como valores límite en función del tiempo, forman una curva envolvente (31, 41) y dos de los tres medios se encuentran diseñados como comparadores del valor límite, y donde uno de los tres valores se encuentra diseñado como una curva característica de tendencia de la corriente deseada (51) y uno de los tres medios se encuentra diseñado como comparador, el cual controla la señal para un flujo que fluctúa alrededor de la curva característica de tendencia de la corriente deseada (51).
12. Dispositivo de medición (12) según la reivindicación 11, donde la curva envolvente (31, 41) y/o la curva característica de tendencia de la corriente deseada (51) se encuentra o se encuentran almacenadas en forma de una línea característica o en forma de una tabla.
13. Dispositivo de encendido (10) para un quemador de una turbina de gas, el cual comprende un encendido (14) que presenta dos electrodos (16) situados de forma opuesta uno con respecto a otro, entre cuyas puntas de los electrodos (20) puede ser generada una chispa de encendido (22) mediante una tensión de encendido, y un

transformador de encendido (24) para generar la tensión de encendido, donde dicho transformador de encendido (24) se encuentra conectado eléctricamente del lado secundario con los electrodos (16), caracterizado porque el dispositivo de encendido (10) comprende un dispositivo de medición (12) para determinar el estado del encendido eléctrico (14) de un quemador de una turbina de gas según una de las reivindicaciones 11 a 12.

- 5 14. Dispositivo de encendido (10) según la reivindicación 13, donde el sensor (28) del dispositivo de medición (12) se encuentra dispuesto del lado primario en el transformador de encendido (24).

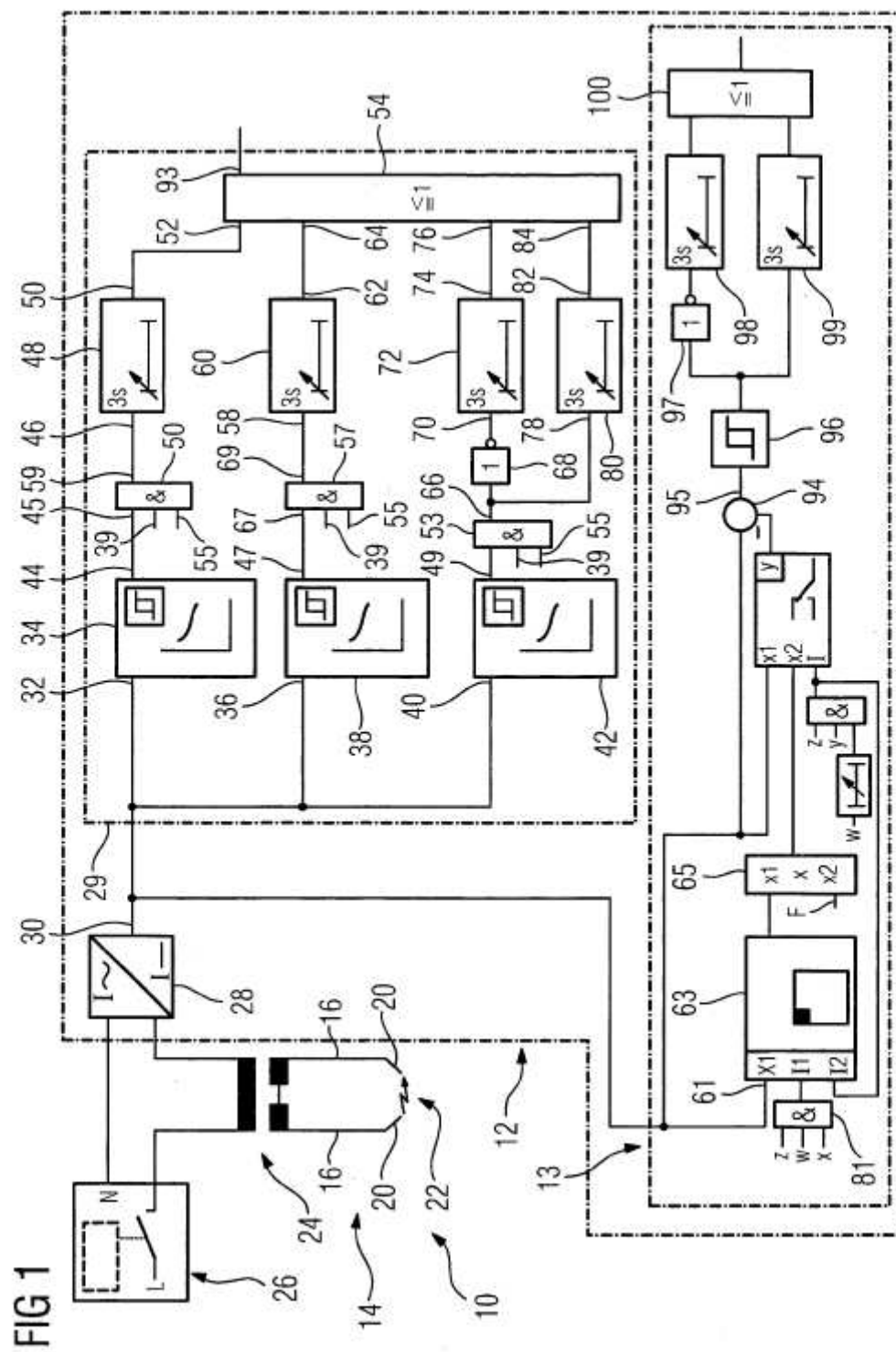


FIG 2

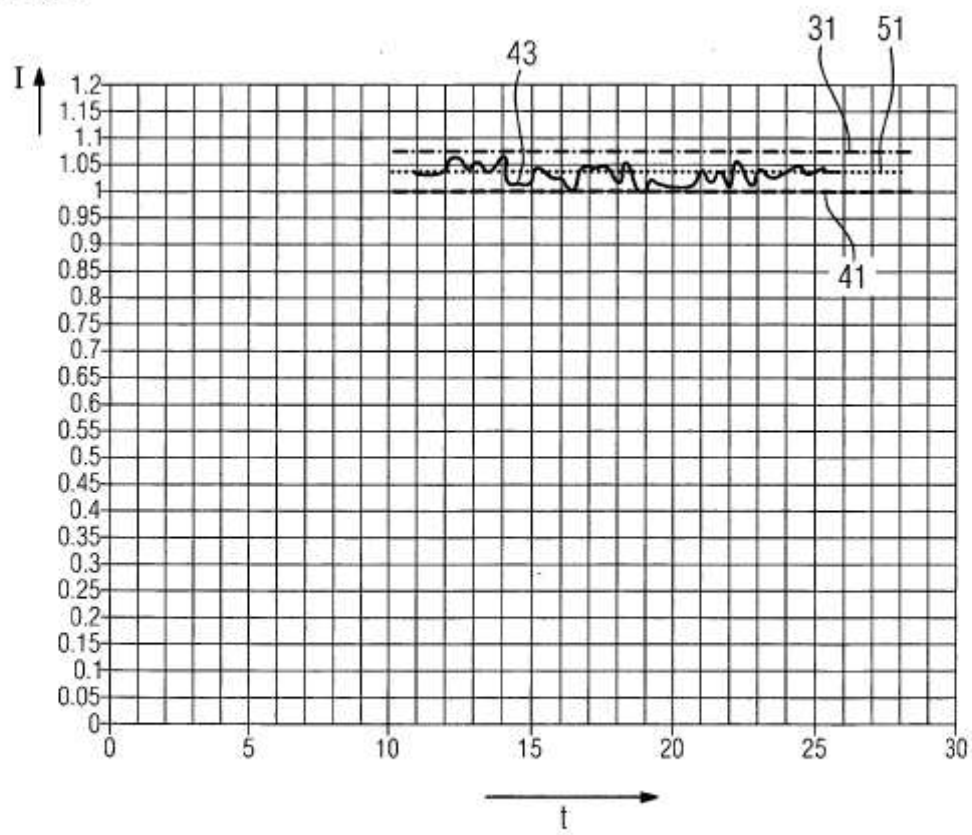


FIG 3

