

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 856 928**

51 Int. Cl.:

B03C 3/38 (2006.01)

B03C 3/68 (2006.01)

B01D 53/32 (2006.01)

H05H 1/24 (2006.01)

H01T 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2016** **E 16169737 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2020** **EP 3093073**

54 Título: **Aparato de ionización provisto de un tubo de ionización y método de funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

14.05.2015 IT TV20150065

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

28.09.2021

73 Titular/es:

**JONIX S.R.L. (100.0%)
Viale Spagna 31/33
35020 Tribano (PD), IT**

72 Inventor/es:

MANTOVAN, MAURO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 856 928 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

Aparato de ionización provisto de un tubo de ionización y método de funcionamiento del mismo

- 5 Esta solicitud de patente se refiere a un aparato de ionización provisto de un tubo de ionización para eliminar partículas de polución/contaminantes presentes en un fluido y al método de funcionamiento del mismo.

10 En particular, la invención se refiere al control electrónico de la tensión que se debe suministrar a un tubo de ionización denominado "plasma frío" para ionizar un fluido para retirar/eliminar, debido a un efecto de oxidación, partículas contaminantes biológicas microorgánicas (bacterias, virus, hongos, subproductos de los mismos, por ejemplo, endotoxinas), además de los contaminantes químicos presentes en el fluido. El fluido que se somete al proceso de ionización, de acuerdo con la invención, podría corresponder, por ejemplo, a aire y agua (aguas residuales), a lo que la descripción a continuación se referirá explícitamente sin por ello perder la generalidad.

15 Como es conocido, algunos tipos de aparatos de ionización están provistos de un generador generalmente denominado como tubo de ionización (o condensador cilíndrico), que está estructurado para generar un campo eléctrico que provoca una descarga en corona cuando se le suministra una "alta tensión" que suele oscilar entre 1500 y 4000 voltios, para ionizar el aire que lo rodea. A continuación, el aire ionizado se "mezcla" correctamente con el fluido, para eliminar posibles agentes/partículas de polución/contaminantes de los mismos. Se describe un
20 condensador cilíndrico o tubo de ionización utilizado en los aparatos de ionización mencionados anteriormente, por ejemplo, en la patente CH 66 637 2 y en la patente US 8.747.754.

También se conoce que los aparatos de ionización suelen estar provistos de un dispositivo de suministro, que está configurado para suministrar la alta tensión al tubo de ionización. El dispositivo de suministro comprende típicamente
25 un transformador, que tiene el circuito primario conectado a la red doméstica para recibir una tensión alterna media, generalmente a 220 V, 50 Hz, y un circuito secundario conectado a los dos terminales de las armaduras cilíndricas del tubo de ionización para alimentarlo con la alta tensión alterna (por ejemplo, 3000 V) a la misma frecuencia de red (50 Hz). Se describe un aparato de ionización de este tipo, por ejemplo, en la solicitud de patente WO 2006/130997 A1.

30 Obviamente, el transformador debe dimensionarse en función del valor de la tensión a suministrar al tubo de ionización. Por lo tanto, es necesario modificar las características de tamaño de los tubos de ionización y/o las características técnicas de los transformadores en función de los cambios del tipo de contaminante y/o del fluido a purificar, considerando todo lo que esto implica en términos de dificultades en el manejo de la producción del aparato y los costos de fabricación relativos, en particular, para los transformadores. En otras palabras, los aparatos de
35 ionización descritos anteriormente no son muy versátiles, ya que requieren diferentes tipos de transformadores según el tipo de tubo de ionización.

40 Además, los dispositivos de suministro de los tubos de ionización descritos anteriormente solo pueden proporcionar una alta tensión caracterizada por una sola frecuencia correspondiente a la frecuencia de la red. Sin embargo, existe la necesidad de aumentar la frecuencia para aumentar el grado de ionización del aire, aunque manteniendo estable la tensión de suministro en un valor predeterminado.

45 Por lo tanto, el solicitante llevó a cabo una investigación detallada destinada a identificar una solución relativa a un aparato de ionización, provisto de un sistema de control electrónico para controlar la tensión suministrada al tubo de ionización, que es especialmente versátil, concretamente, que, por un lado, se puede adaptar fácilmente a tubos de ionización sin tener que reemplazar el transformador y, por otro lado, permite cambiar la frecuencia de la alta tensión, aunque manteniendo la propia tensión estable en un valor deseado.

50 Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar una solución que permita alcanzar los objetivos descritos anteriormente.

Este objeto es alcanzado por la invención, en lo que respecta a un aparato de ionización y al método de funcionamiento del mismo, según las características expuestas en las reivindicaciones adjuntas.

55 La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización no limitativa de la misma, en los que:

- La figura 1 muestra un diagrama de circuito del aparato de ionización según la invención, y una sección transversal esquemática del tubo de ionización;
- La figura 2 es una primera realización del aparato de ionización mostrado en la figura 1;
- La figura 3 es una segunda realización del aparato de ionización mostrado en la figura 1;
- Las figuras 4, 5, 6 y 7 son gráficos que muestran ejemplos de funciones realizadas por tantos módulos del aparato de ionización mostrado en la figura 1.

65 La invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, para permitir que un experto en la

materia la lleve a cabo y la utilice. Posibles cambios en las realizaciones descritas serán inmediatamente evidentes para los expertos y los principios genéricos descritos se pueden aplicar a otras realizaciones y aplicaciones sin, por esta razón, ir más allá del alcance de protección de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, la invención no puede considerarse limitada a las realizaciones descritas y mostradas en el presente documento, pero tiene que estar asociada con el alcance de protección más amplio posible de acuerdo con los principios y las características descritas y reivindicadas en el presente documento.

Con referencia a la figura 1, el número 1 indica, en conjunto, un aparato de ionización, que básicamente comprende un tubo de ionización 2 adaptado para generar un campo eléctrico que provoca una descarga en corona cuando se le suministra una tensión de suministro alterna "alta" predeterminada, y un sistema de control electrónico 3, que está conectado eléctricamente al tubo de ionización 2 para suministrar la alta tensión de suministro alterna predeterminada al mismo.

De acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el tubo de ionización 2 puede comprender básicamente un elemento tubular 4, un cátodo 6 y un ánodo 7.

Preferentemente, el elemento tubular 4 puede estar hecho de vidrio, tiene una forma para tener una forma oblonga sustancialmente cilíndrica, se extiende a lo largo de un eje longitudinal, y tiene un primer y un segundo extremos longitudinales, opuestos entre sí, en el que el primer extremo está cerrado por una porción hecha de vidrio o de un material aislante similar, preferentemente redondeado que tiene una sección longitudinal aproximadamente en forma de U, mientras que el segundo extremo está abierto y está acoplado de manera constante a un tapón de cierre 8 que tiene una forma sustancialmente cilíndrica.

En lo que respecta al cátodo 6, comprende revestimiento tubular perforado con una forma sustancialmente cilíndrica, que está encajado dentro del elemento tubular 4 y está dimensionado para apoyarse preferentemente contra la superficie interior del elemento tubular 4. El revestimiento tubular perforado se extiende a lo largo del eje longitudinal, para cubrir sustancialmente toda la longitud del elemento tubular 4 y está hecho de un material metálico, preferentemente aluminio o materiales similares.

En lo que respecta al ánodo 7, comprende una red tubular cilíndrica, que se coloca en el exterior del elemento tubular 4 y está dimensionada para apoyarse preferentemente contra la superficie exterior del elemento tubular 4. La red tubular cilíndrica tiene una forma oblonga y se extiende a lo largo del eje longitudinal sustancialmente a lo largo de toda la longitud del elemento tubular 4, para estar frente al revestimiento tubular perforado, y está hecho de un material metálico, preferentemente acero inoxidable o materiales similares.

En el ejemplo mostrado en el presente documento, el tubo de ionización 2 comprende además dos terminales eléctricos externos 5, uno de ellos conectado al cátodo 6, mientras que el otro está conectado al ánodo 7.

El tubo de ionización 2 se puede fabricar de acuerdo con la descripción de la patente n.º US 8.747.754.

Con referencia a la figura 1, el sistema de control electrónico 3 comprende un dispositivo inversor 9 (inversor electrónico); preferentemente, aunque no necesariamente, un filtro de onda sinusoidal 10; un transformador 11; un dispositivo de medición 12; y un circuito controlador 13.

De acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el dispositivo inversor 9 tiene al menos dos terminales de entrada, que están conectados a la red de suministro de energía 50 para recibir una tensión de red V_0 , a saber, una tensión alterna preferentemente sinusoidal, por ejemplo, $V_0 = 220 \text{ V}$, 50 Hz, así como dos terminales de salida eléctrica, que suministran una tensión de salida V_1 . La tensión de salida V_1 puede comprender una secuencia temporal de pulsos de tensión (tren de pulsos) y estar caracterizada por una frecuencia principal predeterminada (armónico fundamental), en lo sucesivo denominada frecuencia f_1 . Obviamente, si la red de suministro de energía 50 es una red trifásica, el dispositivo inversor 9 puede comprender convenientemente tres terminales de entrada.

En el ejemplo mostrado en el presente documento, el dispositivo inversor 9 comprende además un terminal 9a asociado con un parámetro V_{1r} para el control de la tensión de salida V_1 , un terminal 9b asociado a un parámetro f_{1r} para el control de la frecuencia f_1 , y un terminal 9c asociado a un parámetro K_r para el control de la relación K entre la tensión de salida V_1 y la frecuencia f_1 .

De acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el parámetro V_{1r} para el control de la tensión de salida V_1 y el parámetro f_{1r} para el control de la frecuencia f_1 pueden ser configurados por un operador, durante una fase de configuración inicial, a través de un dispositivo de interfaz de usuario 30 conectado a los terminales 9a y 9b y provisto de medios de control, por ejemplo, un teclado o aparatos similares.

En lo que respecta al parámetro K_r , en el ejemplo mostrado en el presente documento, se ajusta mediante una señal de control S_1 proporcionada por el circuito controlador 13, de la forma que se describirá con más detalle a continuación.

El dispositivo inversor 9 es un aparato conocido y, por lo tanto, no se describirá con más detalle, excepto por el hecho de que puede funcionar para generar una tensión V_1 menor o igual que la tensión V_0 , mientras que la frecuencia f_1 se puede establecer dentro de una banda o intervalo de frecuencias predeterminado Δf_1 . Por ejemplo, el intervalo Δf_1 podría preferentemente, aunque no necesariamente, oscilar entre aproximadamente 30 y aproximadamente 200 Hz. Además, el dispositivo inversor 9 se puede configurar para ajustar/cambiar la tensión de salida V_1 dependiendo de un ajuste correspondiente de la relación K , aunque manteniendo la frecuencia f_1 en un valor igual a la frecuencia predeterminada/establecida f_{1r} . De acuerdo con la realización mostrada en la figura 1, la frecuencia f_1 de la tensión V_1 se mantiene fija (en el valor predeterminado), mientras que un aumento o una reducción de la relación K_r provoca un aumento o una reducción correspondiente, respectivamente, de la tensión de salida V_1 .

En lo que respecta al filtro 10, si está presente, conecta eléctricamente los dos terminales eléctricos de salida del dispositivo inversor 9 a los dos terminales eléctricos de entrada del circuito primario del transformador 11, y está diseñado para filtrar la tensión V_1 para eliminar de la misma las frecuencias secundarias (o componentes armónicos) generadas por el dispositivo inversor 9, que tiene una frecuencia distinta de la frecuencia fundamental f_{1r} , generando así una tensión filtrada V_{1f} . El filtro 10 puede tener convenientemente una banda de paso correspondiente a la banda Δf_1 .

En lo que respecta al transformador 11, tiene los dos terminales del circuito primario conectados a los terminales de salida correspondientes del filtro 10 para recibir la tensión filtrada V_{1f} , mientras que el circuito secundario tiene los dos terminales de salida conectados a los dos terminales respectivos 5 (ánodo/cátodo) del tubo de ionización 2, uno de ellos pudiendo conectarse a un potencial de referencia, preferentemente un potencial de tierra. En particular, el transformador 11 tiene una relación de transformación predeterminada $N = V_{1f}/V_2$, y está estructurado para recibir la tensión V_{1f} y elevarla a una tensión "alta" V_2 , que resulta ser mucho mayor que la tensión V_{1f} , $V_2 \gg V_{1f}$. La alta tensión V_2 podría variar, por ejemplo, de aproximadamente 1500 a 4000 voltios.

En lo que respecta al dispositivo de medición 12, según una realización preferida, está configurado para medir la tensión real (de verdad), en lo sucesivo denominada como V_{2m} , presente entre los dos terminales del circuito secundario del transformador 11.

El solicitante descubrió que la medición directa de la tensión real V_{2m} suministrada por el circuito secundario del transformador 11 difícilmente se puede realizar por medio de herramientas/dispositivos de medición conocidos, ya que es particularmente alta y mucho mayor que la tensión nominal que se puede medir con estas herramientas/dispositivos de medición (cuyo valor máximo medible suele ser inferior o igual a 1000 V).

Con este propósito, en la realización mostrada en la figura 1, el dispositivo de medición 12 está diseñado para realizar una medición indirecta de la tensión real V_{2m} utilizando un divisor resistivo que comprende una pluralidad N_A de resistencias 15, que están conectadas entre sí en serie entre los dos terminales del circuito secundario del transformador 11 y tienen respectivas resistencias R_A . Por lo tanto, la resistencia total del divisor puede ser $R_T = N_A \cdot R_A$; evidentemente, la tensión en los extremos de una resistencia tiene un valor reducido medible igual a $V_{NA} = V_2/N_A$.

El dispositivo de medición 12 comprende además un dispositivo electrónico, un módulo de medición de tensión 16, por ejemplo, un voltímetro digital o cualquier otro tipo de herramienta de medición eléctrica/electrónica similar, que está preferentemente conectado a los dos terminales de una resistencia 15 para medir la tensión V_{NA} , y está diseñado para determinar la tensión real V_{2m} basada en la tensión medida V_{NA} ($V_{2m} = V_{NA} \cdot N_A$), de modo que pueda proporcionar una señal de medición que contenga un valor que indique la tensión real V_{2m} calculada.

Obviamente, la resistencia total R de las resistencias N_A 15 puede dimensionarse convenientemente para tener un valor muy alto. El solicitante descubrió que es conveniente dimensionar la resistencia total R en base a la siguiente ecuación:

$$R > R_{\min} = V_{\max}^2 \cdot 100 / (P_{tr} \cdot N_A)$$

en la que

$V_{\max}$ es la tensión de suministro máxima del tubo de ionización 2;

P_{tr} es la potencia nominal del transformador 9;

$R_{\min}$ es el valor de la resistencia de una resistencia 15 dimensionada de tal manera que, en uso, la corriente que fluye a través de las resistencias N_A 15 no excede 1/100 de la corriente suministrada al tubo de ionización 2. En otras palabras, la resistencia $R_{\min}$ de una resistencia 15 se dimensiona de tal manera que, en uso, la corriente que fluye a través de las resistencias 15 es sustancialmente insignificante en comparación con la corriente generada por el circuito secundario del transformador 11, que se va a suministrar al tubo de ionización 2.

Según una realización diferente (que no se muestra en el presente documento), el dispositivo de medición 12 podría

realizar la medición indirecta de la tensión real V2m por medio de un transformador de medición de voltímetro, que está configurado para operar en la banda de paso Δf_1 y está diseñado para cooperar con un voltímetro, que está dimensionado, a su vez, para medir una tensión reducida, suministrada por la salida del transformador del voltímetro, y está configurado para procesar la propia tensión reducida para proporcionar una indicación de la medida de la tensión real V2m.

Con referencia a la figura 1, el circuito controlador 13 está configurado para: recibir un primer valor, que indica una tensión objetivo V2t a ser suministrada por el circuito secundario del transformador 11 al tubo de ionización 2 para asegurar la ionización solicitada, recibir un segundo valor, que indica la tensión real/verdadera V2m medida por el dispositivo electrónico de medición 12 en el circuito secundario del transformador 11 que alimenta el tubo de ionización 2, calcular la tensión objetivo V2t basada en el primer valor recibido y la tensión real V2m basada en el segundo valor recibido, comparar la tensión real V2m con la tensión objetivo V2t, ajustar, mediante la señal de control S1, la relación $K_r = V_1/f_1$ (donde $f_1 = f_{1r}$) entre la tensión de salida V1 y la frecuencia f1r del dispositivo inversor 9 dependiendo del resultado de la comparación.

Por lo tanto, de acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el dispositivo de control electrónico 13 realiza un control de retroalimentación de bucle cerrado, en el que el ajuste de la relación $K_r = V_1/f_1$ en el terminal 9c del dispositivo inversor 9 se realiza mediante una función de transferencia predeterminada configurada para reducir sustancialmente a cero la diferencia/desviación entre la tensión objetivo V2t y la tensión real V2m.

De acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el circuito controlador 13 comprende un módulo sustractor 18, que está configurado para: recibir el valor de la tensión objetivo V2t en una primera entrada, recibir el valor de la tensión real V2m en una segunda entrada, determinar una desviación/error E según la diferencia entre la tensión objetivo V2t y la tensión real V2m, y suministrar el error E determinado en una salida.

De acuerdo con una realización preferida mostrada en la figura 1, el circuito controlador 13 comprende además un módulo PID 17, que está configurado para implementar una función de transferencia proporcional-integral-derivada sobre el error E para calcular la relación Kr a ser suministrada al dispositivo inversor 9 para reducir a cero el error E. Por lo tanto, el módulo PID 17, en uso, recibe el error E como entrada, procesarlo mediante la función de transferencia proporcional-integral-derivada, para calcular la relación Kr, y suministrar a la entrada 9c del dispositivo inversor 9 la señal de control S1 que contiene el valor que indica la relación Kr calculada.

El módulo PID 17 puede estar provisto de tres etapas de circuito (no se muestran); una de las mismas realiza una función proporcional, una etapa implementa una función integradora, mientras que una etapa posterior realiza una función derivada del error E para proporcionar la relación Kr.

En lo que respecta a la tensión objetivo V2t, de acuerdo con la posible realización mostrada en la figura 1, puede configurarse por un usuario a través de la interfaz de control de usuario 30.

En la fase inicial, el usuario establece, por medio de la interfaz de control 30, la frecuencia predeterminada F1r, la tensión inicial V1 y la tensión objetivo V2t. Por lo tanto, el dispositivo inversor 9 recibe, en los terminales 9a y 9b, la tensión inicial V1 y la frecuencia f1r que deben mantenerse, respectivamente.

Además, el dispositivo inversor 9 recibe desde el circuito controlador 13, en el terminal 9b, la señal de control S1, que indica una relación Kr que, en la fase inicial, tiene un valor inicial predeterminado.

Durante el funcionamiento del aparato de ionización 1, el circuito controlador 13 realiza, instante a instante, el control de retroalimentación de bucle cerrado y ajusta/cambia la relación Kr del dispositivo inversor 9 en función de la desviación E entre la tensión objetivo V2t y la tensión real V2m medida, para reducir a cero la desviación/error E.

Por lo tanto, en caso de una desviación positiva E de V2m con respecto a la tensión objetivo V2t ($V_{2m} > V_{2t}$, $E > 0$), el circuito controlador 13 reduce, de manera controlada, gracias a la intervención del módulo PID 17, la relación Kr, para devolver V2m a un valor igual a V2t. Viceversa, en caso de una desviación negativa de V2m con respecto a la tensión objetivo V2t ($V_{2m} < V_{2t}$, $E < 0$), el circuito controlador 13 aumenta, de manera controlada, la relación Kr, para devolver V2m a un valor igual a V2t.

El solicitante descubrió que, gracias al control de retroalimentación de la tensión real V2m descrita anteriormente, es posible compensar convenientemente, en particular, las reducciones de tensión en el circuito secundario del transformador 11, que se producen cuando la frecuencia fundamental f1 aumenta hasta alcanzar un valor superior a la frecuencia máxima de la banda de paso del transformador 11.

Con este fin, nos gustaría señalar que, como es conocido, la relación de transformación V2/V1 del transformador 11 se determina mediante la siguiente ecuación conocida:

$$V_2(s)/V_1(s) = (N_2/N_1) * (s * (L_p/R_d)) / ((1 + s * (L_p/R_d)) * (1 + s * (L_p/R'))$$

en la que:

R_d , L_d y L_μ representan, respectivamente, la resistencia y las dos inductancias características del circuito equivalente del transformador 11,

5 $R' = R(N_1/N_2)^2$ es un parámetro resistivo en el que R es la resistencia del tubo de ionización 2 y s es la frecuencia (según la transformada de Laplace).

10 La ecuación indicada anteriormente muestra evidentemente que la banda de funcionamiento del transformador 11 está limitada por una frecuencia mínima, que básicamente depende de los parámetros eléctricos R_d , L_d y L_μ del transformador, y una frecuencia máxima, que, por otro lado, depende de la resistencia R del tubo de ionización 2. Como consecuencia, un aumento en el número de tubos de ionización (conectados, por ejemplo, en paralelo) determina, por un lado, una disminución de la resistencia R y, por otro lado, una disminución de la banda de paso de la tensión V_2 .

15 Por lo tanto, si la frecuencia de la tensión V_2 se fija o establece en un valor superior a la frecuencia máxima mencionada anteriormente, la tensión real V_{2m} suministrada por el transformador 11 al tubo de ionización 2 resulta ser menor que la tensión objetivo V_{2t} .

20 Por lo tanto, gracias al control de bucle cerrado, el circuito controlador 13 compensa las inestabilidades negativas de la tensión de salida $V_2 = V_{2m}$ provocadas cuando se excede la frecuencia máxima de la banda operativa del transformador 11.

25 La realización mostrada en la figura 2, por otro lado, se refiere a un aparato de ionización 40, que es similar al aparato de ionización 1 y cuyas partes componentes se indicarán, cuando sea posible, con los mismos números de referencia que indican las partes correspondientes del aparato de ionización 1.

30 El aparato de ionización 40 se diferencia del aparato de ionización 1 en que, por un lado, el sistema de control electrónico 3 también comprende un sistema de detección del efecto de ionización 19 y, por otro lado, la tensión objetivo V_{2t} , utilizada por el circuito controlador 13 para controlar la tensión de salida V_1 del dispositivo inversor 9, se determina en base a la detección realizada por el sistema de detección del efecto de ionización 19.

35 Con referencia a la figura 2, el sistema de detección del efecto de ionización 19 podría comprender, por ejemplo, uno o más sensores 20 que detectan elementos/sustancias químicas relacionadas con o que indican el nivel/grado de concentración de las partículas de polución/contaminantes presentes en un fluido.

40 Por ejemplo, según una posible realización (que no se muestra en el presente documento), los sensores podrían configurarse para detectar un valor que indique la cantidad/concentración X_i de un elemento químico correspondiente, por ejemplo, al amoníaco. Esta solución podría ser adecuada para aplicaciones en las que el aparato de ionización 40 se utiliza para eliminar los hongos presentes en una habitación/espacio, tal como, por ejemplo, una cámara frigorífica. En este caso, la detección de amoníaco permite determinar la presencia de hongos. En uso, si después de la activación del tubo de ionización 2 no hay una reducción correspondiente de la cantidad/concentración X_i del elemento químico monitorizado, se establece la necesidad de incrementar la potencia de ionización del tubo de ionización 2. El aumento de la potencia de ionización se puede obtener aumentando la tensión V_2 suministrada al tubo 2 y/o la frecuencia f_1 o el intervalo de tiempo t para la activación/encendido del tubo de ionización 2.

50 Obviamente, el sistema de detección del efecto de ionización 19 no se limita a los sensores descritos anteriormente, sino que también podría comprender otros tipos de sensores 20, tales como, por ejemplo, sensores que miden compuestos de carbono que comprenden sondas para la detección de compuestos orgánicos volátiles (sondas VOC) o cualquier otro sensor similar.

55 Con referencia a la realización mostrada en la figura 2, el dispositivo inversor 9 comprende un terminal 9d que recibe una señal de control SC que contiene una indicación relativa a un intervalo de encendido/apagado Δt_r del dispositivo inversor 9, y el sistema de detección del efecto de ionización 19 comprende al menos un sensor 20 que proporciona el primer valor que indica la cantidad/concentración X_i del elemento químico.

60 En lo que respecta al circuito controlador 13, comprende un módulo funcional 21, que está configurado para recibir, como una entrada, la cantidad/concentración X_i y procesa la cantidad/concentración X_i a través de una función predeterminada FA para proporcionar, como una salida, la tensión objetivo V_{2t} . La función FA puede comprender una función de transferencia proporcional configurada para aumentar/reducir la tensión objetivo V_{2t} de manera proporcional con respecto a un aumento/reducción de la cantidad/concentración X_i detectada. La figura 4 muestra gráficamente, solamente a modo de ejemplo no limitativo, una función posible FA (X_i) que tiene un desarrollo proporcional lineal. Obviamente, la función FA (X_i) también podría tener un desarrollo diferente al descrito anteriormente, por ejemplo, un desarrollo no lineal predeterminado.

65 Con referencia a la realización mostrada en la figura 2, el circuito controlador 13 puede comprender

- convenientemente un módulo funcional 22, que está configurado para recibir, como una entrada, la cantidad/concentración X_i y procesa la cantidad/concentración X_i a través de una función predeterminada $FB(X_i)$ para proporcionar, como una salida, el parámetro de ajuste f_{1r} de la frecuencia fundamental f_1 . La función $FB(X_i)$ puede comprender una función de transferencia proporcional configurada para aumentar/reducir la frecuencia f_{1r} de manera proporcional con respecto a un aumento/reducción de la cantidad/concentración X_i detectada. La figura 5 muestra gráficamente, solamente a modo de ejemplo no limitativo, una función posible $FB(X_i)$ que tiene un desarrollo proporcional lineal. Obviamente, la función $FB(X_i)$ también podría tener un desarrollo diferente al descrito anteriormente, por ejemplo, un desarrollo no lineal predeterminado.
- 10 Por lo tanto, en el ejemplo mostrado, el circuito controlador 13 suministra al terminal 9b del dispositivo inversor 9 la frecuencia f_{1r} calculada por el segundo módulo funcional 22, de modo que el dispositivo inversor 9 cambia la frecuencia f_1 de la tensión V_1 en base a la frecuencia f_{1r} recibida en el terminal 9b.
- 15 Con referencia a la realización mostrada en la figura 2, el circuito controlador 13 puede comprender convenientemente un módulo funcional 23, que está configurado para recibir, como una entrada, la cantidad/concentración X_i y procesa la cantidad/concentración X_i a través de una función predeterminada $FC(X_i)$ para proporcionar, como una salida, conteniendo la señal de control SC una indicación relativa al intervalo de tiempo de activación Δt_r que se dará al dispositivo inversor 9. La función $FC(X_i)$ puede comprender una función escalonada configurada para asignar un intervalo de encendido mínimo Δt_{ONmin} cuando la cantidad/concentración X_i es menor o igual a un umbral predeterminado TX_i , y un intervalo de encendido máximo Δt_{ONmax} cuando la cantidad/concentración X_i es mayor que el umbral predeterminado TX_i . La figura 7 muestra gráficamente, solamente a modo de ejemplo no limitativo, una función posible $FC(x_i)$ que tiene un desarrollo escalonado.
- 20 En uso, la tensión objetivo V_{2t} se cambia mediante el módulo funcional 23 en base a la cantidad/concentración X_i detectada por el sensor 20, y la relación K_r es ajustada por el circuito controlador 13 dependiendo del error E . Preferentemente, aunque no necesariamente, el circuito controlador 13 se puede configurar para ajustar también, además de la relación K_r , la frecuencia f_{1r} calculada por el módulo funcional 22 en base a la cantidad/concentración X_i , y/o el intervalo de tiempo de encendido Δt del dispositivo inversor calculado por medio del módulo funcional 23.
- 25 Obviamente, según una realización diferente (que no se muestra en el presente documento), el sistema de detección del efecto de ionización 19 puede comprender una pluralidad de sensores 20 que proporcionan los primeros valores X_i , y el circuito controlador 13 puede comprender, por cada valor X_i recibido, un grupo de respectivos módulos funcionales 21, 22 y 23. Por ejemplo, en caso de que el sistema de detección del efecto de ionización 19 comprenda NS sensores 20 que proporcionen NS primeros valores X_i , el circuito controlador 13 puede comprender NS grupos de módulos funcionales 21, 22 y 23 que proporcionan, como una salida, las tensiones objetivo calculadas $V_{2t(i)}$, las frecuencias calculadas $f_{1r(i)}$, y un número NS de intervalos de tiempo de activación calculados $\Delta t_r(i)$ (con i variando de 1 a NS). El circuito controlador 13 también puede configurarse ventajosamente para comparar las tensiones calculadas $V_{2t(i)}$ entre sí para determinar una tensión objetivo máxima V_{2tMAX} , comparar las frecuencias calculadas $f_{1r(i)}$ entre sí para determinar la frecuencia máxima f_{1rMAX} , y comparar los intervalos de tiempo de activación $\Delta t_r(i)$ para determinar un intervalo de tiempo de activación máximo Δt_{rmax} , suministrando así la tensión objetivo máxima V_{2tMAX} al módulo sustractor 18, y la frecuencia máxima f_{1rMAX} , así como el intervalo de tiempo máximo de encendido Δt_{rmax} al dispositivo inversor 9.
- 30 La realización mostrada en la figura 3, por otro lado, se refiere a un aparato de ionización 50, que es similar al aparato de ionización 40 y cuyas partes componentes se indicarán, cuando sea posible, con los mismos números de referencia que indican las partes correspondientes del aparato de ionización 1.
- 35 En particular, el aparato de ionización 50 se diferencia del aparato 40 en que el circuito controlador 13, en lugar de ajustar la relación K_r y la frecuencia f_r , ajusta la tensión V_{1r} a través del módulo PID 17 y la frecuencia f_{r1} a través del módulo 22.
- 40 El aparato de ionización es particularmente ventajoso porque, por un lado, se puede adaptar fácilmente a los tubos de ionización sin tener que reemplazar el transformador y, por otro lado, permite cambiar la frecuencia de la alta tensión, aunque manteniendo la propia tensión estable en un valor predeterminado o incluso variable.
- 45 Por último, está claro que el aparato de ionización y el método de funcionamiento descritos anteriormente pueden estar sujetos a cambios y variaciones, sin por esta razón ir más allá del alcance de protección de la invención como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de ionización (1) configurado para ionizar un fluido para eliminar partículas de polución/contaminantes presentes en el propio fluido, que comprende:

al menos un tubo de ionización (2) diseñado para generar una descarga en corona en dicho fluido cuando se alimenta con una alta tensión de suministro alterna (V2), y
un sistema de control electrónico (3), que está conectado eléctricamente a dicho tubo de ionización (2) para suministrar dicha alta tensión de suministro alterna (V2) al mismo,
estando dicho aparato de ionización (1) **caracterizado por que** dicho sistema de control electrónico (3) comprende:

un dispositivo inversor (9), que está configurado para suministrar una tensión alterna media (V1) que tiene una frecuencia de funcionamiento (f1); estando dicho dispositivo inversor (9) configurado además para recibir un parámetro de entrada (Kr, V1r) y estando designado para variar dicha media tensión alterna (V1) de acuerdo con el parámetro de entrada (Kr, V1r) recibido;

un transformador (11) que tiene un circuito primario conectado a dicho dispositivo inversor (9) para recibir dicha media tensión (V1) y un circuito secundario conectado a dicho tubo de ionización (2) para suministrar dicha alta tensión (V2) al mismo;

un dispositivo de medición (12) configurado para determinar una alta tensión real (V2m) suministrada a dicho tubo de ionización (2) mediante dicho circuito secundario;

un circuito controlador (13) configurado para: recibir una tensión objetivo de entrada (V2t), recibir dicha alta tensión real (V2m), comparar dicha tensión objetivo de entrada (V2t) con dicha alta tensión real (V2m), determinar dicho parámetro de entrada (Kr, V1r) para controlar dicha tensión alterna media (V1) en base a dicha comparación, y suministrar dicho parámetro de entrada determinado (Kr, V1r) al dispositivo inversor (9).

2. Un aparato de ionización según la reivindicación 1, en el que dicho circuito controlador (13) está configurado para cambiar dicho parámetro de entrada (Kr, V1r) para hacer que dicha alta tensión real (V2m) y dicha alta tensión objetivo (V2t) satisfagan una relación predeterminada entre las mismas.

3. Un aparato de ionización según la reivindicación 1, en el que dicho circuito controlador (13) está configurado para cambiar dicho parámetro de entrada (Kr, V1r) realizando un control de retroalimentación en bucle cerrado de dicha alta tensión real (V2m) basado en dicha alta tensión objetivo (V2t).

4. Un aparato de ionización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho circuito controlador (13) comprende:

un módulo sustractor (18), que está configurado para: recibir el valor de la alta tensión objetivo (V2t) en una primera entrada, recibir el valor de dicha alta tensión real (V2m) en una segunda entrada, determinar una desviación/error (E) de acuerdo con la diferencia entre la alta tensión objetivo (V2t) y la alta tensión real (V2m), y suministrar el error determinado (E) en una salida;

un módulo proporcional integral derivado (17) configurado para recibir el error de entrada (E), determinar dicho parámetro de entrada (Kr, V1r) de acuerdo con dicho error (E), y suministrar dicho parámetro de entrada (Kr, V1r) a dicho dispositivo inversor (9).

5. Un aparato de ionización según la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de entrada (Kr) es un parámetro para controlar la relación (K) de la tensión alterna media (V1) suministrada por el dispositivo inversor (9) con la frecuencia (f1) correspondiente.

6. Un aparato de ionización según la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de entrada (V1r) es un parámetro para controlar la tensión alterna media (V1).

7. Un aparato de ionización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema de control electrónico (3) comprende:

un sistema de detección del efecto de ionización (19) que está configurado para suministrar un valor indicativo del nivel/grado de ionización (Xi) obtenido por medio de dicho tubo de ionización (2), y en el que dicho circuito controlador (13) también está configurado para:

recibir dicho valor que es indicativo del nivel/grado de ionización (Xi), y
cambiar dicha alta tensión objetivo (V2t) en función de dicho nivel/grado de ionización (Xi).

8. Un aparato de ionización según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo inversor (9) está configurado para mantener dicha frecuencia operativa (f1) de la tensión alterna media (V1) en un valor predeterminado (f1r).

9. Un aparato de ionización según las reivindicaciones 1 y 7, en el que dicho circuito controlador (13) está

configurado para controlar dicha frecuencia operativa (f_1) de la tensión alterna media (V_1) de acuerdo con dicho nivel/grado de ionización (X_i).

5 10. Un método para operar un aparato de ionización (1) configurado para ionizar un fluido para eliminar partículas de polución/contaminantes presentes en el propio fluido, que comprende:

10 al menos un tubo de ionización (2) diseñado para generar una descarga en corona en dicho fluido cuando se alimenta con una alta tensión de suministro alterna (V_2), y
un sistema de control electrónico (3), que está conectado eléctricamente a dicho tubo de ionización (2) para suministrar dicha alta tensión de suministro alterna (V_2) al mismo, estando dicho método **caracterizado por**:

15 - suministrar, mediante un dispositivo inversor (9), una tensión alterna media (V_1) que tiene una frecuencia de funcionamiento (f_1);
- recibir un parámetro de entrada (K_r , V_{1r}) mediante dicho dispositivo inversor (9),
- variar, mediante dicho dispositivo inversor (9), dicha tensión alterna media (V_1) de acuerdo con el parámetro de entrada (K_r , V_{1r}) recibido,

20 recibir dicha media tensión alterna (V_1) de dicho dispositivo inversor (9), mediante el circuito primario de un transformador (11),

suministrar dicha alta tensión de suministro alterna (V_2) a dicho tubo de ionización (2) mediante el circuito secundario del transformador (11);

determinar, mediante un dispositivo de medición (12), una alta tensión real (V_{2m}) suministrada a dicho tubo de ionización (2) mediante dicho circuito secundario;

25 recibir una tensión objetivo de entrada (V_{2t}) mediante un circuito controlador (13), recibir dicha alta tensión real (V_{2m}) mediante dicho circuito controlador (13),

comparar dicha tensión objetivo de entrada (V_{2t}) con dicha alta tensión real (V_{2m}), mediante dicho circuito controlador (13),

determinar, mediante dicho circuito controlador (13), dicho parámetro de entrada (K_r , V_{1r}) para controlar dicha media tensión alterna (V_1) según dicha comparación, y

30 suministrar dicho parámetro de entrada (K_r , V_{1r}) determinado mediante el dispositivo inversor (9), mediante dicho circuito controlador (13).

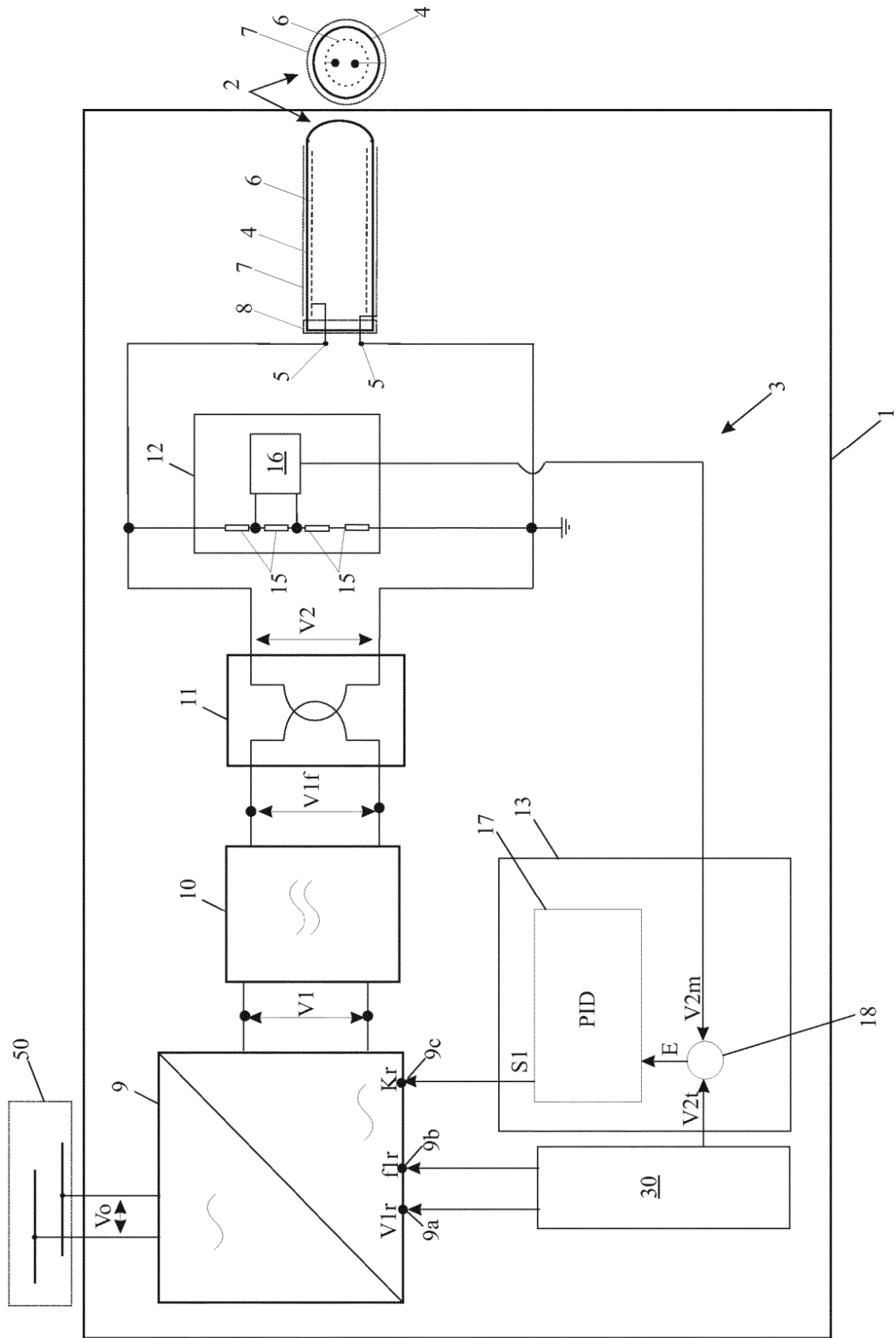


Fig. 1

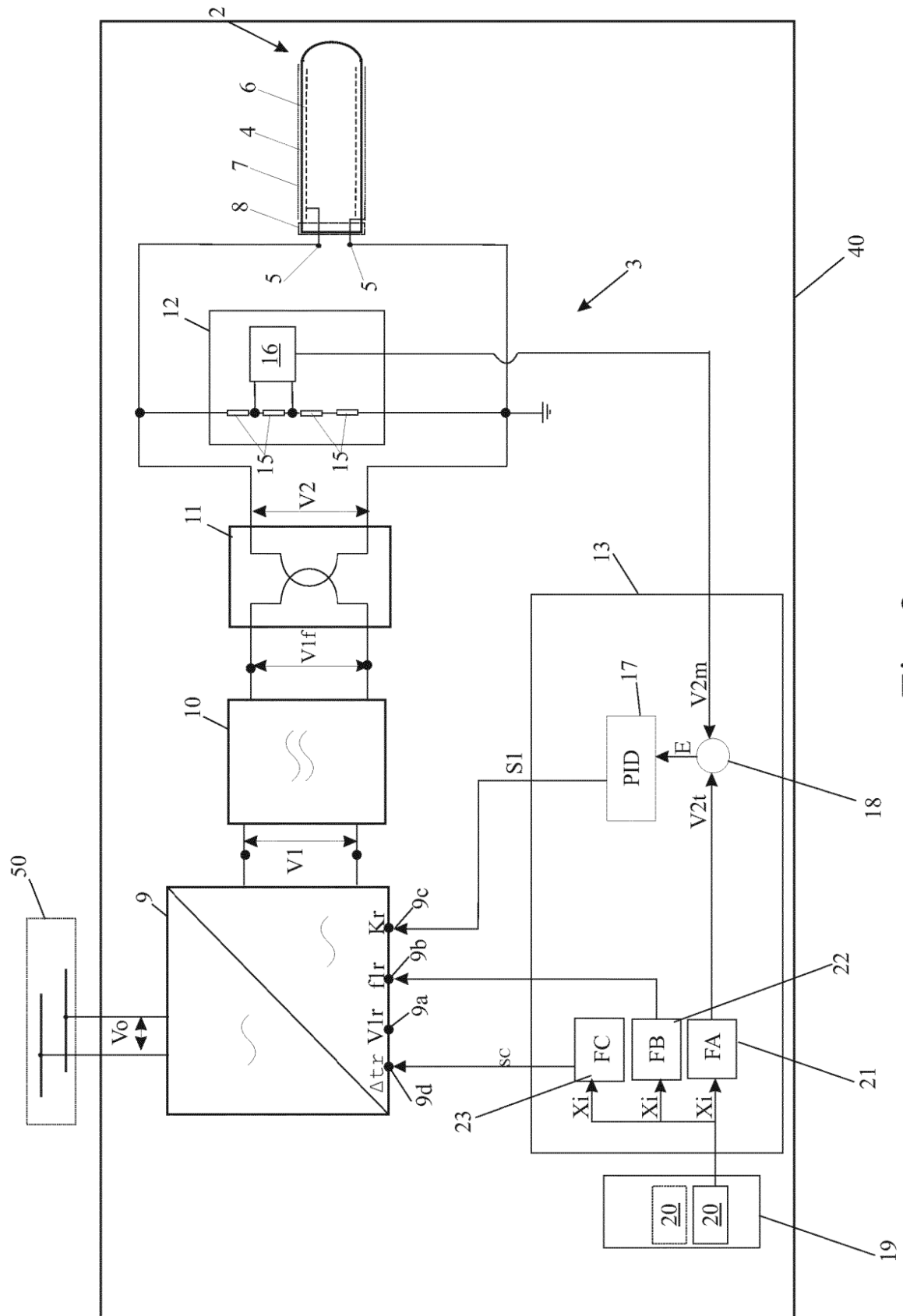


Fig. 2

