

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 318**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/407** (2006.01)  
**G08C 19/00** (2006.01)  
**F23N 5/00** (2006.01)  
**F23N 1/00** (2006.01)  
**F23N 3/00** (2006.01)  
**H04L 29/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2014** **PCT/US2014/032181**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014** **WO14160944**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2014** **E 14774477 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** **EP 2984477**

54 Título: **Analizador de gas de combustión in situ con comunicación de proceso mejorada**

30 Prioridad:

**29.03.2013 US 201361806621 P**  
**27.03.2014 US 201414227476**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**21.01.2020**

73 Titular/es:

**ROSEMOUNT INC. (100.0%)**  
**6021 Innovation Boulevard**  
**Shakopee, MN 55379, US**

72 Inventor/es:

**NEMER, JOSEPH, C.;**  
**REZVANI, BEHZAD;**  
**WEY, ANNI, S. y**  
**KRAMER, JAMES, D.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 738 318 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

Analizador de gas de combustión in situ con comunicación de proceso mejorada

## Antecedentes

Las industrias de procesos industriales a menudo dependen de fuentes de energía que incluyen uno o más procesos de combustión. Tales procesos de combustión incluyen el funcionamiento de un horno o caldera para generar energía a partir de la combustión, la cual a continuación se utiliza para el proceso. Si bien la combustión proporciona energía de costo relativamente bajo, su uso generalmente está regulado y se busca maximizar la eficiencia de la combustión. Por consiguiente, un objetivo de la industria de la gestión de procesos es reducir la producción de gases de efecto invernadero manteniendo la eficiencia de combustión de los hornos y calderas existentes.

Los analizadores de gases de combustión in situ o en proceso se usan comúnmente para monitorizar, optimizar y / o controlar los procesos de combustión. Normalmente, estos analizadores emplean un sensor de oxígeno que es similar en tecnología y aplicación a los sensores de oxígeno que se encuentran en los automóviles. Tales sensores se calientan a una temperatura elevada y proporcionan una salida de sensor que es indicativa de un parámetro de interés (oxígeno) en relación con la corriente de gases de escape / gases de combustión. Los analizadores in situ o en proceso son particularmente ventajosos porque no tienen partes móviles ni aparatos de muestreo, lo que resulta en una sonda extremadamente fiable que requiere muy poco mantenimiento. Aunque los analizadores de gases de combustión in situ pueden considerarse dispositivos de campo en el sentido de que a menudo están situados en el campo y sujetos a extremos climatológicos de temperatura, humedad, vibración mecánica e interferencia eléctrica, son sustancialmente diferentes de la mayoría de los dispositivos de campo. Aunque muchos dispositivos de campo miden una cantidad física única de un fluido de proceso, tal como la temperatura, la presión o el flujo, los analizadores de proceso miden realmente la composición de las corrientes de proceso de los gases de combustión. En consecuencia, el procesamiento realizado dentro de un analizador de gases de combustión es relativamente complejo y de alta velocidad. Por lo tanto, el analizador de gases de combustión a menudo debe realizar cálculos y análisis significativos para controlar efectivamente un proceso de combustión. Además, debe hacerlo rápidamente ya que la señal del sensor de concentración de gases de combustión también puede variar rápidamente.

Tradicionalmente se han proporcionado algunos analizadores de gases de combustión in situ que se comunicaban de acuerdo con un protocolo de comunicación de proceso analógico - digital híbrido. Un ejemplo de este protocolo de comunicación de proceso es el protocolo digital Transductor Remoto Direccional de Alta Velocidad (HART®). El protocolo de comunicación HART® especifica la manera en que se organiza la información digital en paquetes digitales (es decir, los paquetes HART®) y la manera en que los paquetes digitales se transportan físicamente a través de los soportes de transmisión cableados. Normalmente, un transmisor de oxígeno de gas de combustión in situ, como el que se vende con la designación comercial Model 6888 Oxygen Transmitter de la unidad de negocios de Rosemount Analytical, Inc. de Emerson Process Management, transmite su información de concentración de gases de combustión de acuerdo con una técnica de señalización analógica tal como la bien conocida técnica de señalización de 4 - 20 miliamperios. Opcionalmente, el transmisor puede configurarse o especificarse de otra manera para proporcionar una señal analógica que represente el oxígeno del gas de combustión en forma de una señal en milivoltios sin procesar con el fin de interoperar con una variedad de sistemas. Además, como el protocolo HART® superpone la información digital sobre la señal variable del proceso analógico, también se sabe que un transmisor de oxígeno de gas de combustión in situ transmite información digital a una interfaz de usuario opcional, como el conocido módulo Xi Electronics disponible en Rosemount Analytical..

Si bien los productos existentes brindan beneficios significativos para los usuarios de los mismos en la monitorización y / o control de los procesos de combustión, el gran volumen de datos generados por el análisis de la corriente de gases de combustión y la velocidad con la que los componentes de la corriente de gases de combustión pueden cambiar, puede ser un reto para las comunicaciones del analizador de gases de combustión. Proporcionar un analizador de gases de combustión in situ con capacidades mejoradas de comunicación de procesos beneficiaría la técnica de la monitorización y control de la combustión de procesos.

El documento de patente WO 2012/057786 A1 se refiere a un aparato de medición de oxígeno que incluye un tubo de entrada que tiene un primer extremo y un segundo extremo, un sensor de oxígeno dispuesto dentro del tubo de entrada entre el primer extremo del tubo de entrada y el segundo extremo del tubo de entrada, teniendo el sensor de oxígeno un medio de comunicación dispuesto en el mismo y que se extiende a través del segundo extremo del tubo de entrada, un soporte de filtrado dispuesto dentro del tubo de entrada entre el sensor de oxígeno y el primer extremo del tubo de entrada, una carcasa dispuesta contra el segundo extremo del tubo de entrada, y una interfaz de control del sensor dispuesta dentro de la carcasa y en comunicación con el medio de comunicación del sensor de oxígeno.

## Sumario

De acuerdo con la invención, el problema se resuelve por medio de un sistema de control de combustión de proceso como se define en la reivindicación independiente 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9. Otros desarrollos ventajosos adicionales del sistema de control de combustión de proceso de acuerdo con la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes..

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un analizador de gases de combustión in situ con el que realizaciones de la presente invención son particularmente útiles.

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un analizador de gases de combustión in situ de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un analizador de gases de combustión in situ de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista esquemática de un analizador de gases de combustión in situ que funciona dentro de un proceso de combustión de acuerdo con una realización de la presente invención.

## Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

La figura 1 es una vista esquemática de un analizador de gases de combustión in situ que funciona en un proceso de combustión. Un ejemplo de un analizador de este tipo 10 es el que se vende bajo la designación comercial Model 6888 In Situ Flue Gas Oxygen Transmitter disponible en Rosemount Analytical Inc. El analizador 10 incluye un conjunto de sonda 12 que está dispuesto dentro de una chimenea o tubo de chimenea 14 y mide al menos un parámetro relacionado con la combustión que se produce en el quemador 16. Normalmente, el analizador 10 es un analizador de oxígeno, pero puede ser cualquier dispositivo que mida cualquier parámetro adecuado relacionado con los componentes en el interior de la corriente de gases de combustión.

El quemador 16 está acoplado operativamente a una fuente de aire u oxígeno 18 y a una fuente de combustible 20. Cada una de las fuentes 18 y 20 está acoplada preferiblemente al quemador 16 a través de una válvula respectiva para entregar una cantidad controlada de oxígeno y / o combustible al quemador 16 para controlar el proceso de combustión. El analizador 10 mide la cantidad de oxígeno en el flujo de escape de la combustión y proporciona una indicación del nivel de oxígeno al controlador de combustión 22. En el pasado, esta señal era una señal analógica en forma de un bucle de corriente de 4 - 20 miliamperios o una señal en milivoltios sin procesar. El controlador 22 controla una o ambas válvulas 24, 26 para proporcionar un control de combustión en circuito cerrado. El analizador 10 incluye un sensor de oxígeno que emplea típicamente un sustrato sensor de óxido de circonio para proporcionar una señal eléctrica indicativa de la concentración, el contenido o el porcentaje de oxígeno en el escape. Los sensores de óxido de circonio funcionan a una temperatura de aproximadamente 700°C y, por lo tanto, el analizador 10 incluye, dentro del conjunto de la sonda 12, un calentador eléctrico que está acoplado de manera operativa a la fuente de alimentación de CA 29. El sensor de oxígeno de la sonda 12 es similar en tecnología a los sensores de oxígeno que se instalan en los automóviles. Tales sensores son altamente efectivos para permitir que los sistemas de control mantengan relaciones óptimas de combustible a oxígeno para lograr una alta eficiencia, baja producción de NO<sub>x</sub>, y también la menor cantidad posible de emisiones de gases de efecto invernadero.

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un analizador de gases de combustión in situ de acuerdo con una realización de la presente invención. El conjunto de sonda 12 está generalmente configurado para alojar un conjunto de núcleo de sensor que incluye un difusor dispuesto cerca del extremo 32. La celda de medición dentro de la sonda 12 es operable a una temperatura elevada y a la temperatura elevada. La celda de medición y el calentador dentro de la sonda 12 están acoplados eléctricamente a la electrónica del analizador (que se muestra en la figura 3) dentro del alojamiento de la electrónica 36. La electrónica 42 del analizador está configurada para obtener una medición de la celda de medición y proporciona un acondicionamiento de señal adecuado para proporcionar una señal que representa el oxígeno del gas de combustión. Además, la electrónica 42 del analizador incluye un controlador u otro circuito adecuado para controlar la energización del calentador dentro de la sonda 12 con el fin de mantener un control térmico adecuado de la celda de medición.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la electrónica 42 del analizador también incluye una pluralidad de unidades de acceso a medios para comunicarse de acuerdo con una pluralidad de protocolos de comunicación de procesos distintos, tales como el protocolo de comunicación de procesos HART® que se ha descrito más arriba y el Fieldbus FOUNDATION™ (FF). De acuerdo con una realización de la presente invención, la electrónica 42 del analizador comunica usando una pluralidad de protocolos de comunicación de proceso distintos simultáneamente o sustancialmente al mismo tiempo. Por lo tanto, la comunicación de acuerdo con un primer protocolo de comunicación de proceso se puede realizar para un primer propósito, tal como el control del quemador de combustión, y la comunicación de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación de proceso distinto se puede hacer

con el fin de facilitar un segundo propósito, tal como la interacción con una interfaz de usuario opcional, tal como la interfaz del operador del Model Xi (que se muestra en la figura 4) disponible en Rosemount Analytical Inc.

La figura 3 es un diagrama de bloques de una placa electrónica de un analizador de gases de combustión in situ de acuerdo con una realización de la presente invención. La electrónica 42 incluye el módulo de alimentación 50 que está configurado para recibir alimentación eléctrica de CA, tal como 110 o 220 VCA y condiciona la alimentación para suministrar a varios componentes del analizador. Además, puesto que el calentador dentro de la sonda 12 típicamente recibirá la tensión de CA completa, el módulo de potencia 50 generalmente también incluirá al menos una línea que pasa al conmutador 53, de manera que la tensión de CA completa para el calentador puede ser controlada por el controlador 52. El controlador 52 está acoplado a la primera y segunda unidades de acceso a medios (MAU) 54 y 56, respectivamente. Cada unidad 54, 56 de acceso a medios se puede acoplar operativamente a medios de comunicación apropiados para esa unidad de acceso a medios respectiva. Aunque se muestran los terminales 58, 60, 62 y 64, se hace notar que si cualquiera de las unidades de acceso a medios 54, 56 es una unidad de acceso a medios inalámbrica, los terminales para esa unidad de acceso a medios respectiva pueden simplemente ser reemplazados con un acoplamiento a una antena. Además, aunque se muestran cuatro terminales distintos 58, 60, 62 y 64, también se contempla que se pueda compartir la conexión común o la conexión a tierra del circuito, de modo que solo se necesiten tres terminales en realidad. En una realización, la unidad de acceso a medios 56 está configurada para comunicarse de acuerdo con el protocolo de comunicación de proceso HART® conocido. En una realización de este tipo, los terminales 58 y 60 pueden estar acoplados operativamente a una interfaz de usuario, tal como la Interfaz de Operador Xi disponible en Rosemount Analytical Inc., o cualquier otro dispositivo adecuado que pueda recibir y proporcionar una función útil en relación con la comunicación HART®. La unidad de acceso a medios 54 está configurada para comunicarse de acuerdo con un protocolo de comunicación de proceso completamente digital. Los protocolos de comunicación de procesos totalmente digitales generalmente se consideran algo más rápidos que los protocolos de comunicación de procesos de base híbrida. Un ejemplo de un protocolo de comunicación de proceso completamente digital incluye el protocolo de comunicación de proceso FF, así como el protocolo de comunicación de proceso PROFIBUS - PA conocido. El protocolo FF es un protocolo de comunicación en dos vías, en serie, completamente digital, que proporciona una interfaz física estandarizada para dispositivos de campo de interconexión de bus o bucle de 2 o 4 cables, tales como sensores, actuadores, controladores, válvulas, etc., que, por ejemplo, pueden estar situados en un entorno de instrumentación o control de proceso de fábrica o planta. El protocolo FF proporciona una red de área local para dispositivos de campo dentro de un proceso que permite a estos dispositivos interoperar y realizar funciones de control en ubicaciones distribuidas a lo largo del proceso y comunicarse unos con los otros antes y después de la realización de estas funciones de control para implementar una estrategia de control general. El protocolo FF proporciona generalmente una comunicación digital de velocidad relativamente alta, velocidad que es particularmente ventajosa para la comunicación de información de constituyentes de la corriente de gas de combustión de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Esto se debe a que tales analizadores generalmente deben medir la composición de las corrientes de proceso de los gases de combustión y proporcionar información indicativa de tal composición a un controlador del proceso de combustión o Sistema de Control Distribuido (DCS). Además, puesto que el proceso de combustión ocurre bastante rápidamente, los constituyentes de la corriente de gas de combustión pueden variar rápidamente. Por lo tanto, es bastante ventajoso que la unidad de acceso a medios 54, que se comunica de acuerdo con un protocolo de comunicación de proceso completamente digital, se acople a un sistema de control distribuido y / o al controlador de combustión 22 ilustrado con respecto a la figura 1.

La figura 3 también ilustra el circuito de medición 66 que está acoplado operativamente al controlador 52, así como a los terminales 68 y 70. Los terminales 68 y 70 se acoplan a la celda de medición dentro de la sonda 12 y, de esta manera, el circuito de medición 66 es capaz de proporcionar una indicación digital de la salida de la celda de medición analógica. Los circuitos de medición 66 pueden incluir uno o más convertidores analógico a digital adecuados, así como circuitos de linealización y / o filtros adecuados, según sea apropiado.

La figura 4 es una vista esquemática de un sistema de monitorización y control de combustión de proceso de acuerdo con una realización de la presente invención. Muchos componentes del sistema que se muestra en la figura 4 son similares a la que se muestra en la figura 1 y componentes similares están numerados de manera similar. La figura 4 muestra el analizador de gases de combustión in situ 110 que se comunica con el controlador de combustión 22 a través del enlace 100. Este enlace de comunicación 100 entre el analizador de gases de combustión in situ 110 y el controlador de combustión 22 es una comunicación de proceso completamente digital, tal como la que se realiza de acuerdo con el protocolo FF. Además, el analizador de gases de combustión in situ 110 está acoplado operativamente a la interfaz de usuario 28 a través de un segundo enlace de comunicación 102. El enlace 102 puede estar de acuerdo con un protocolo de comunicación de proceso híbrido conocido, tal como el protocolo de comunicación de proceso HART®. Esto permite que las realizaciones de la presente invención funcionen con Interfaces de Usuario Xi legadas disponibles en Rosemount Analytical Inc., que están configuradas para recibir datos HART® y proporcionan funciones de interfaz de usuario útiles en relación con el analizador de gases. Sin embargo, el enlace de comunicación 100 entre el analizador de gases de combustión in situ 110 y el controlador de combustión de proceso 22 es un enlace digital de alta velocidad. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención generalmente incluyen un primer enlace o canal desde el analizador de gases de combustión in situ 110 a un sistema de control de combustión

que tiene una primera velocidad de comunicación de datos, y un segundo enlace o canal desde el analizador de gases de combustión in situ 110 a un segundo dispositivo, tal como una interfaz de usuario del mismo, que tiene una comunicación de proceso de acuerdo con un segundo protocolo que tiene una segunda velocidad de comunicación, en el que la primera velocidad de comunicación es más alta que la segunda velocidad de comunicación. La comunicación en el primer y en el segundo enlace ocurre simultáneamente, o sustancialmente simultáneamente. Tal como se usa en la presente memoria descriptiva, "de manera sustancialmente simultánea" significa que, aunque la señalización de la capa física en ambos enlaces puede no ocurrir durante el mismo instante, la citada señalización ocurre dentro de un período corto, tal como un minuto. Además, la comunicación en cada enlace ocurre con tal frecuencia que se considera que el analizador 110 está en línea con respecto a cada enlace. En consecuencia, incluso cuando el analizador 110 no está transmitiendo activamente datos en el primer y segundo enlace, el analizador 110 está monitorizando tales enlaces para la comunicación. Por lo tanto, se puede decir que tanto los enlaces como las unidades de acceso a medios correspondientes dentro del analizador 110 son habilitadas simultáneamente. Por consiguiente, los cambios en las concentraciones de los constituyentes de los gases de combustión que ocurren rápidamente dentro de la chimenea 14 pueden analizarse y comunicarse muy rápidamente al analizador de combustión 22 para un control más efectivo, mientras que la información relativa a una interfaz de usuario puede ser intercambiada con la interfaz de usuario opcional 28 a una velocidad menor. Además, la utilización de protocolos de comunicación de procesos múltiples asegura que la comunicación de la interfaz de usuario no consume ancho de banda en el enlace 100 del sistema de control distribuido ni interfiere con la comunicación DCS. Esto aumenta aún más la efectividad del enlace de comunicación completamente digital entre el analizador de gases de combustión de proceso de combustión 110 y el controlador de combustión 22.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de combustión de proceso que comprende:
  - 5 una fuente de combustión, una fuente de combustible (20) y una fuente de aire (18), estando la citada fuente de combustión acoplada operativamente a la citada fuente de combustible (20) y a la citada fuente de aire (18), estando configurada la fuente de combustión para proporcionar gases de combustión a través de una chimenea;
  - un controlador de combustión (22) acoplado a al menos una de entre la fuente de combustible (20) y la fuente de aire (18);
  - un analizador de gases de combustión in situ (110) que comprende:
    - 10 una sonda (12) que se puede extender en una chimenea, teniendo la sonda (12) una celda de medición que proporciona una señal que responde a una concentración de un gas dentro de la chimenea;
    - un controlador (52) acoplado a la sonda (12) y configurado para proporcionar una salida basada en la señal de la celda de medición;
    - 15 una primera unidad de acceso a medios (54) acoplada al controlador (52) y acoplable operativamente a un primer enlace de comunicación de proceso (100), estando configurada la primera unidad de acceso a medios (54) para comunicarse de acuerdo con un protocolo de comunicación de procesos completamente digital sobre el primer enlace de comunicación de proceso (100);
    - 20 una segunda unidad de acceso a medios (56) acoplada al controlador (52) y acoplable operativamente a un segundo enlace de comunicación de proceso (102), estando configurada la segunda unidad de acceso a medios (56) para comunicarse de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación de proceso que es un protocolo de comunicación de proceso híbrido que es diferente al protocolo de comunicación de proceso completamente digital, sobre el segundo enlace de comunicación de proceso (102); y
    - 25 en el que la primera y la segunda unidad de acceso a medios (54, 56) son habilitadas simultáneamente;
    - en el que el analizador de gases de combustión in situ (110) está acoplado al controlador de combustión (22) y dispuesto para detectar una concentración de un gas de interés dentro de la chimenea y transmitir información de proceso relacionada con la concentración al controlador de combustión de acuerdo con el protocolo de comunicación de procesos completamente digital y
    - 30 en el que el analizador de gases de combustión in situ está acoplado comunicativamente a un segundo dispositivo y se comunica con el segundo dispositivo de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación de proceso diferente al protocolo de comunicación de proceso completamente digital, en el que se produce la comunicación con el controlador de combustión y el segundo dispositivo sustancialmente simultáneamente.
    - 35
2. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que la celda de medición incluye un sensor de oxígeno.
3. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el protocolo de comunicación de proceso completamente digital es de acuerdo con el protocolo FOUNDATION Fieldbus.
- 40 4. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el protocolo de comunicación de proceso híbrido superpone una señal digital sobre una señal analógica.
5. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el gas de interés es oxígeno.
6. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el analizador de gases de combustión in situ (110) se comunica con el controlador de combustión (22) a una primera velocidad de comunicación, y se comunica con el segundo dispositivo (28) a una segunda velocidad que es menor que la primera velocidad.
- 45 7. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el segundo dispositivo (28) es una interfaz de usuario.

8. El sistema de control de combustión de proceso de la reivindicación 1, en el que el segundo protocolo de comunicación de proceso es de acuerdo con el protocolo de Transductor Remoto Direccional de Alta Velocidad (HART).
- 5 9. Un procedimiento para operar un sistema de control de combustión de proceso de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:  
disponer la sonda (12) del analizador de gases de combustión in situ (110) dentro de una chimenea;  
medir la concentración de un gas de interés usando la sonda (12);  
comunicar información sobre la concentración medida a un controlador de combustión (22), a través de un  
10 primer enlace de comunicación de proceso (100) de acuerdo con un protocolo de comunicación de proceso completamente digital; y  
comunicar con el segundo dispositivo (28) de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación de proceso diferente al protocolo de comunicación de proceso completamente digital, a través de un segundo enlace de comunicación de proceso (102), en el que el segundo protocolo de comunicación de proceso es un protocolo de comunicación de proceso híbrido.
- 15 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el protocolo de comunicación de proceso completamente digital es el protocolo FOUNDATION Fieldbus.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que el segundo protocolo de comunicación de proceso es el protocolo de Transductor Remoto Direccional de Alta Velocidad (HART).
- 20 12. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la comunicación con el controlador de combustión (22) y el segundo dispositivo (28) se produce de manera sustancialmente simultánea.
13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que la comunicación con el controlador de combustión (22) se produce a una primera velocidad de comunicación, y la comunicación con el segundo dispositivo (28) se produce a una segunda velocidad que es menor que la primera velocidad.

25

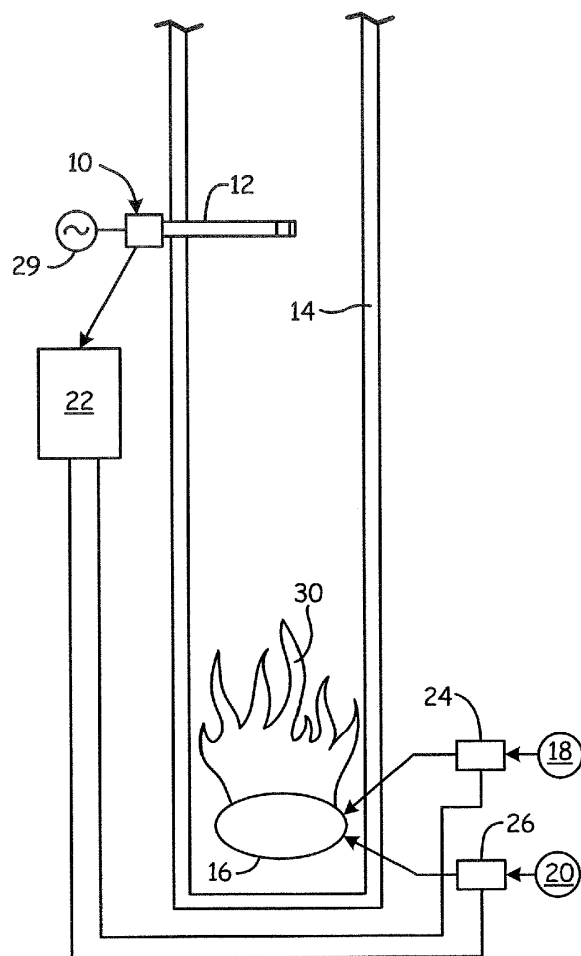


Fig. 1



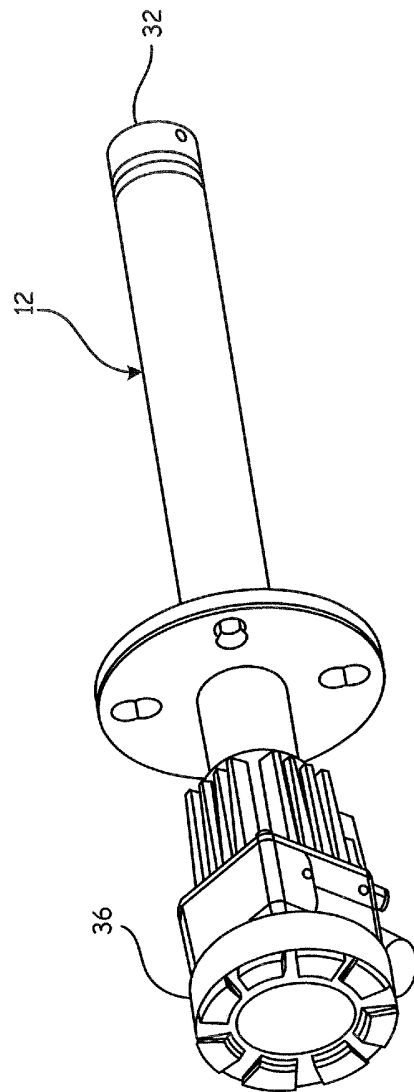


Fig. 2

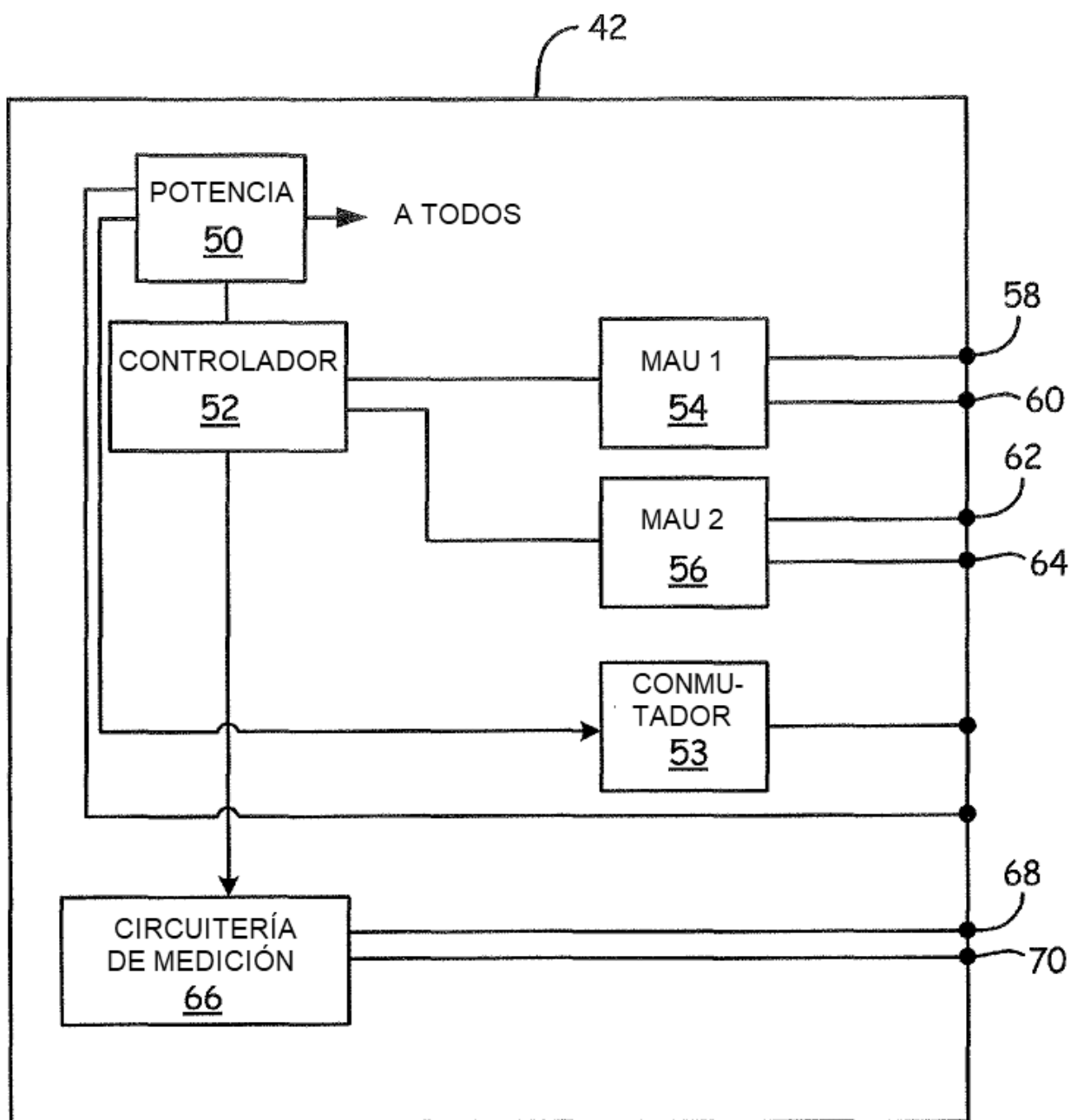


Fig. 3

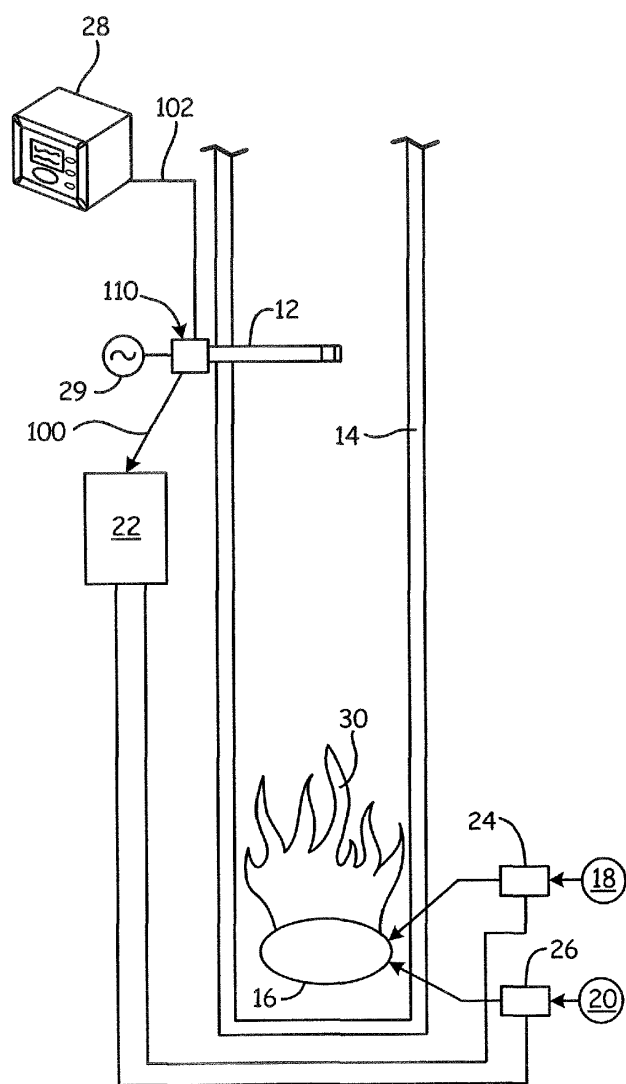


Fig. 4