

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 872**

51 Int. Cl.:

F22B 35/00 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

F23K 3/00 (2006.01)

F24H 9/00 (2006.01)

F23N 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2011 PCT/US2011/037536**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2012 WO12161687**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2011 E 11866244 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 2715230**

54 Título: **Sistema y procedimiento para control de caldera**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2017

73 Titular/es:
UTC FIRE&SECURITY CORPORATION (100.0%)
9 Farm Springs
Farmington, CT 06034, US

72 Inventor/es:
HAUGSTETTER, CHRISTOPH

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 641 872 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

Sistema y procedimiento para control de caldera

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los aspectos de la invención se dirigen a un sistema para el control de calderas.

10 Los controladores de calderas del estado de la técnica actual están diseñados y ajustados para funcionar en o por encima de una cantidad dada de gas de escape O₂. Esto se hace por razones de seguridad (monóxido de carbono, estabilidad de la llama), regulación de emisiones y robustez operativa pero implica una penalización de eficiencia. Dado que el CO no se mide, se incorporan márgenes conservadores en los sistemas de calderas para evitar que se violen las restricciones operativas. Estos márgenes conservadores erosionan aún más la eficiencia.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20 Se proporciona un sistema para el control de calderas. El sistema incluye unidades de suministro para proporcionar suministros de materiales de combustión para la combustión de los mismos, un recipiente acoplado a las unidades de suministro en que se queman los materiales de combustión, un sensor de monóxido de carbono (CO) dispuesto en una salida del recipiente para detectar una cantidad de CO de escape que sale del recipiente como producto de combustión en el mismo y una unidad de control. La unidad de control está acoplada a las unidades de suministro y al sensor y configurada para emitir un servocomando principal y un servocomando de impulsos a una o más de las unidades de suministro para controlar las operaciones de una o más unidades de suministro de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape.

25

30 La emisión del servocomando principal proporciona cantidades iniciales de los materiales de combustión para la combustión durante cantidades iniciales de tiempo. La emisión del servocomando de impulsos aumenta la cantidad de materiales de combustión proporcionados para la combustión más allá de las cantidades iniciales durante cortos periodos de tiempo que son más cortos que las cantidades iniciales de tiempo.

30

35 Se proporciona un procedimiento de control de calderas. El procedimiento incluye emitir un servocomando principal a una o más unidades de suministro acopladas a un recipiente para proporcionar cantidades iniciales de los materiales de combustión al recipiente para la combustión de los mismos dentro del recipiente durante cantidades iniciales de tiempo y emitir un servocomando de impulsos a la unidad o a más unidades de suministro para aumentar la cantidad de los materiales de combustión proporcionados para la combustión de los mismos más allá de las cantidades iniciales durante cortos periodos de tiempo que son más cortos que las cantidades iniciales de tiempo. El procedimiento incluye además detectar una cantidad de monóxido de carbono (CO) producida por combustión en el interior del recipiente y controlar la emisión de los servocomandos principal y de impulsos de acuerdo con al menos la cantidad detectada del CO.

35

40

45 El documento US 4 362 269 A muestra un procedimiento y sistema para controlar la combustión de carbón o corteza en una caldera de carbón o licor negro en una caldera de recuperación para proporcionar una operación con la máxima eficiencia. Se proporcionan bucles de control para el aire primario o de combustión inferior y para el aire secundario o de combustión superior. El bucle de control de aire de combustión inferior se ajusta en función de la relación dióxido de carbono o vapor/combustible, y el bucle de control del aire de combustión superior se ajusta en función del monóxido de carbono. Además del monóxido de carbono, se pueden utilizar combustibles y opacidad. La redistribución del aire también se utiliza para minimizar combustibles o CO u opacidad.

45

50

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55

El asunto a tratar, que se considera como la invención, se señala particularmente y se reivindica claramente en las reivindicaciones al término de la especificación. Lo anterior y otras características y ventajas de la invención resultan evidentes a partir de la siguiente descripción detallada en conjunto con los dibujos que la acompañan, en los cuales:

60

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de caldera;

la Figura 2 es una representación gráfica de servocomandos principal y de impulsos para su uso con el aparato de caldera de la Figura 1; y

la Figura 3 es un diagrama esquemático de componentes de una unidad de control ejemplar del aparato de caldera de la Figura 1.

65

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Haciendo referencia a la Figura 1, se proporciona un aparato de caldera 10. El aparato de caldera 10 incluye una primera y segunda unidades de suministro 20, 21, un recipiente 30, un sensor de monóxido de carbono (CO) 40 y una unidad de control 50. Las primera y segunda unidades de suministro 20, 21 están configuradas para proporcionar suministros de materiales de combustión para la combustión de los mismos a un interior 31 del recipiente 30, que se acopla a la primera y segunda unidades de suministro 20, 21, y en el que se produce la combustión de los materiales de combustión. El sensor de monóxido de carbono (CO) 40 está dispuesto en una salida 32 del interior 31 del recipiente 30 para detectar una cantidad de CO de escape que es emitida desde el recipiente 30 como un producto de combustión en el mismo. La unidad de control 50 está acoplada a la primera y segunda unidades de suministro 20, 21 y al sensor 40. La unidad de control 50 está configurada para emitir un servocomando principal 501 y un servocomando de impulsos 502 (véase la Figura 2) a una o más de la primera y segunda unidades de suministro 20, 21 para controlar las operaciones de las mismas de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape.

Típicamente, el flujo de combustible en una caldera se programa (estáticamente) en base a una "tasa de encendido" (una variable interna del controlador que otro controlador calcula dinámicamente, basada, por ejemplo, en la temperatura del agua o la presión del vapor). En algunos sistemas, el flujo de aire también se programa basado en la tasa de encendido, mientras que en otros sistemas el flujo de aire se controla con respecto a un punto de ajuste dependiente de la tasa de encendido. Para el control basado en CO, este punto de ajuste se puede ajustar dinámicamente basándose en mediciones de la cantidad detectada del CO de escape. El servocomando de impulsos 502 (o un "MicroPulso") permite un control basado en CO limitando las grandes excursiones de CO.

Todas las calderas funcionan "inclinadas" (y no estequiométricas como en un típico motor de combustión interna impulsado por gasolina) lo que significa que siempre hay un exceso de aire que fluye en la caldera. Una relación aire-combustible de 1,1 significa que está presente un 10 % más de aire de lo que es estequiométricamente necesario. Un objetivo del servocomando de impulsos 502 (es decir, el "MicroPulso") es inclinar temporalmente la mezcla a, por ejemplo, una relación de 1,07. Esto se puede lograr de diversas maneras incluyendo, pero sin limitación, añadiendo más combustible o menos flujo de aire. Estas operaciones son funcionalmente casi equivalentes e intercambiables y la elección entre ellas depende de consideraciones de ingeniería (por ejemplo, velocidad del accionador).

De acuerdo con realizaciones, el recipiente 30 puede ser un combustor de, por ejemplo, un motor de turbina de gas. En este y otros casos similares, la primera unidad de suministro 20 proporciona un suministro de aire para la combustión del mismo al interior 31 del recipiente 30 y la segunda unidad de suministro 21 proporciona un suministro de combustible para la combustión del mismo al interior 31 del recipiente 30. El recipiente 30 incluye además una sección de mezcla 301 en la que se mezclan los materiales de combustión (es decir, el aire y el combustible) y una sección de combustión 302. La sección de combustión 302 se dispone aguas abajo de la sección de mezcla 301 y está formada para definir el interior 31 donde se produce la combustión de los materiales de combustión. La sección de combustión 302 está formada adicionalmente para definir la salida 32 donde está dispuesto el sensor 40.

Haciendo referencia a las Figuras 1 y 2, el servocomando principal 501 incluye uno o ambos de un primer comando de base 5010 a emitir a la primera unidad de suministro 20 y un segundo comando de base 5011 a emitir a la segunda unidad de suministro 21. El primer comando de base 5010 instruye la primera unidad de suministro 20 para proporcionar al interior 31 del recipiente 30 una cantidad inicial de aire para la combustión del mismo durante una cantidad inicial de tiempo. El segundo comando de base 5011 instruye la segunda unidad de suministro 21 para proporcionar al interior 31 del recipiente 30 una cantidad inicial de combustible para la combustión del mismo durante una cantidad inicial de tiempo. De acuerdo con realizaciones, las respectivas cantidades iniciales de aire, combustible y tiempo pueden estar asociadas con un rendimiento inicial de la caldera del aparato de caldera 10.

El servocomando de impulsos 502 incluye uno o ambos de un primer comando adicional 5020 a emitir a la primera unidad de suministro 20 y un segundo comando adicional 5021 que se emitirá a la segunda unidad de suministro 21. El primer comando adicional 5020 instruye a la primera unidad de suministro 20 para disminuir la cantidad de aire proporcionada al interior 31 del recipiente 30 para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial del aire durante un corto tiempo que es más corto que la cantidad inicial de tiempo. El segundo comando adicional 5021 da instrucciones a la segunda unidad de suministro 21 para aumentar la cantidad de combustible proporcionada al interior 31 del recipiente 30 para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial del combustible durante un corto periodo de tiempo que es más corto que la cantidad inicial de tiempo.

Como se muestra en la Figura 2, el servocomando principal 501 es variable en el tiempo y puede aumentar con el tiempo en una cantidad que disminuye de forma estable hasta un equilibrio en el que no se produce ningún aumento adicional. El servocomando de impulsos 502 también es variable en el tiempo y se emite periódicamente. De acuerdo con una realización, el servocomando de impulsos 502 puede

emitirse durante aproximadamente 5 segundos cada 30 segundos, aunque debe entenderse que esto es meramente ilustrativo y que son posibles otras frecuencias y periodos. De esta manera, el servocomando de impulsos 502 comprueba si un punto operativo actual del aparato de caldera 10 según se establece por el servocomando principal 501 está próximo a una relación crítica de aire y combustible en la que una cantidad de CO de escape detectada por el sensor 40 comienza a aumentar bruscamente. El desplazamiento de tiempo entre cada impulso representa el retardo que se espera antes de que se detecten los resultados del impulso. Puesto que el impulso es relativamente corto, el tiempo empleado con tal sonda en efecto está limitado para limitar el escape de una cantidad aumentada de CO durante un periodo de tiempo prolongado.

En particular, desde el instante t_n hasta el instante t_n , la unidad de control 50 emite el servocomando principal 501 a una o más de la primera y segunda unidades de suministro 20, 21. El servocomando principal 501 da instrucciones a una o más de la primera y segunda unidades de suministro 20, 21 para disminuir/aumentar de manera estable el suministro correspondiente del aire y/o combustible al interior 31 del recipiente 30. Desde el instante t_n al instante t_x , la unidad de control 50 emite el servocomando de impulsos 502 en la parte superior del servocomando principal 501 como una instrucción para disminuir/aumentar la alimentación o alimentaciones correspondiente(s) del aire y/o combustible para el instante t_n al instante t_x . En el instante t_x , cesa el servocomando de impulsos 502 y el servocomando principal 501 se sigue emitiendo y se disminuye/aumenta de manera estable por la unidad de control 50. El periodo del instante t_x al instante t_y se establece suficientemente largo con respecto a los retrasos de transporte en el recipiente 30 de tal manera que el CO producido por la combustión en el mismo puede ser detectado por el sensor 40, por lo que el sensor 40 es capaz de determinar si se ha alcanzado o se alcanzará pronto la relación crítica de aire y combustible en la cual la cantidad de CO de escape comienza a aumentar bruscamente sin que el aparato 10 tarde una cantidad significativa de tiempo en ese intervalo de relación de aire y combustible. Si el sensor 40 determina que no se ha alcanzado y no se alcanzará pronto la relación crítica de aire y combustible, el proceso continúa con la unidad de control 50 emitiendo nuevamente el servocomando de impulsos 502 en la parte superior del servocomando principal del instante t_y al instante t_z . En el instante t_z , cesa el servocomando de impulsos 502 y el servocomando principal 501 continúa emitiéndose y aumentándose de forma estable por la unidad de control 50 hasta que el sensor 40 determina que la relación crítica de aire y combustible se ha aumentado o se aumentará pronto. Una vez que esto se produce, el servocomando de impulsos 502 ya no se emite y el servocomando principal 501 ya no se aumenta a una velocidad significativa por la unidad de control 50.

Con la unidad de control 50 acoplada a la primera y segunda unidades de suministro 20, 21 y al sensor 40, la unidad de control 50 es capaz de variar tanto el servocomando principal 501 como el servocomando de impulsos 502 con el tiempo de acuerdo con al menos la cantidad detectada del CO de escape (y posiblemente otras propiedades detectadas, tales como O₂). Es decir, mientras que el servocomando principal 501 puede aumentarse de manera estable a lo largo del tiempo como se ha descrito anteriormente, el servocomando de impulsos 502 puede ser constante con respecto al servocomando principal en el tiempo o disminuirse con respecto al servocomando principal 501 en el tiempo. Es decir, una magnitud de 502a puede ser sustancialmente similar o diferente de una magnitud de 502b. Para el último caso en el que 502a y 502b son diferentes, el sondeo de la relación crítica de aire y combustible mediante la emisión del servocomando de impulsos 502 puede lograrse, por lo tanto, en un grado cada vez más limitado con una mayor limitación asociada de emisiones de CO. El grado en el que el servocomando de impulsos 502 se reduce con respecto al servocomando principal 501 a lo largo del tiempo puede basarse en lecturas del sensor 40 y/o datos históricos de emisiones de CO para el aparato 10.

Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de control 50 es capaz de detener la emisión del servocomando de impulsos 502 de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape. Aún adicionalmente, la unidad de control 50 puede dejar de emitir el servocomando de impulsos 502 cuando la cantidad detectada del CO de escape indica que se ha alcanzado el servocomando principal 501, que se alcanzará pronto o que se aproxima sustancialmente a la relación crítica de aire y combustible (o un intervalo aceptable de los mismos). El servocomando de impulsos 502 puede reanudarse más adelante tan pronto como la cantidad detectada del CO de escape indique un margen suficientemente grande de la región crítica.

Haciendo referencia a la Figura 3, la unidad de control 50 incluye una unidad de entrada 51, una unidad de cálculo 52 y una unidad de salida 53. La unidad de entrada 51 sirve para permitir una entrada de condiciones (es decir, tiempo de muestreo, periodo de activación, duración del impulso) para activar la emisión del servocomando de impulsos 502, así como una entrada de una forma y un tipo (es decir, la altura del impulso) del servocomando de impulsos 502. La unidad de cálculo 52 determina si las condiciones de entrada se cumplen actualmente. La unidad de salida 53 convierte un resultado afirmativo de la determinación de la unidad de cálculo 52 en un accionador para emitir el servocomando de impulsos 502.

Aunque la invención se ha descrito en detalle en relación con únicamente un número limitado de

realizaciones, debe entenderse fácilmente que la invención no se limita a tales realizaciones descritas. Por el contrario, la invención puede modificarse para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones o disposiciones equivalentes no descritas hasta ahora, pero que sean proporcionales al alcance de la invención. Además, aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, debe entenderse que los aspectos de la invención pueden incluir sólo algunas de las realizaciones descritas. Por consiguiente, la invención no debe considerarse limitada por la descripción anterior, sino que está limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema para el control de caldera, que comprende:
- unidades de suministro (20, 21) para proporcionar suministros de materiales de combustión para la combustión de los mismos;
- un recipiente (30) acoplado a las unidades de suministro (20, 21) en el que se queman los materiales de combustión;
- 10 un sensor de monóxido de carbono (CO) (40) dispuesto en una salida (32) del recipiente (30) para detectar una cantidad de CO de escape emitida desde el recipiente (30) como un producto de combustión en el mismo; y
- una unidad de control (50) acoplada a las unidades de suministro (20, 21) y el sensor (40), con la unidad de control (50) configurada para emitir un servocomando principal (501) y un servocomando de impulsos (502) a una o más de las unidades de suministro (20, 21) para controlar las operaciones de las mismas de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape;
- 15 donde el servocomando principal (501) comprende:
- un primer comando para proporcionar una cantidad de aire para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo; y
- 20 un segundo comando para proporcionar una cantidad de combustible para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo;
- caracterizado por que**
- 25 el primer comando sirve para proporcionar una cantidad inicial de aire para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo inicial;
- el segundo comando sirve para proporcionar una cantidad inicial de combustible para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo;
- 30 las respectivas cantidades iniciales de aire, combustible y tiempo están asociadas con el rendimiento inicial de la caldera; y
- el servocomando de impulsos (502) comprende un comando adicional para disminuir la cantidad de aire proporcionada para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial durante un corto tiempo que es más corto que la cantidad de tiempo inicial; o
- 35 el servocomando de impulsos (502) comprende un comando adicional para aumentar la cantidad de combustible proporcionada para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial durante un corto tiempo que es más corto que la cantidad de tiempo inicial.
- 40 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde las unidades de suministro (20, 21) comprenden:
- una primera unidad de suministro (20) para proporcionar un suministro de aire para la combustión del mismo; y
- 45 una segunda unidad de suministro (21) para proporcionar un suministro de combustible para la combustión del mismo.
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el recipiente (30) comprende:
- 50 una sección de mezcla (301) en la que se mezclan los materiales de combustión; y
- una sección de combustión (302) aguas abajo de la sección de mezcla (301) en la que se produce la combustión de los materiales de combustión.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el servocomando principal (501) es variable en el tiempo.
- 55 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el servocomando de impulsos (502) es variable en el tiempo y se emite periódicamente, y/o donde se emite el servocomando de impulsos (502) durante aproximadamente 5 segundos cada 30 segundos.
- 60 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la unidad de control (50) varía el servocomando principal (501) a lo largo del tiempo y cesa la emisión del servocomando de impulsos (502) de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape.
7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la unidad de control (50) cesa la emisión del servocomando de impulsos (502) cuando la cantidad detectada del CO de escape indica que el servocomando principal (501) se aproxima sustancialmente a una relación de aire y combustible crítica.
- 65

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la unidad de control (50) comprende:

una unidad de entrada (51) mediante la cual se introducen las condiciones para activar la emisión del servocomando de impulsos (502);

5 una unidad de cálculo (52) mediante la cual se determina si las condiciones de entrada se cumplen actualmente; y

una unidad de salida (53) mediante la cual un resultado afirmativo de la determinación de la unidad de cálculo (52) se convierte en un accionador para emitir el servocomando de impulsos (502).

10 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde el tiempo de muestreo, el periodo de activación, la duración del impulso y la altura del impulso del servocomando de impulsos (502) se introducen por medio de la unidad de entrada (51).

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

15 la unidad de control (50) que está configurada para emitir a una o más de las unidades de suministro (20, 21) de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape:

un servocomando principal (501) para proporcionar las cantidades iniciales de los materiales de combustión para la combustión de los mismos durante cantidades de tiempo iniciales, y

20 un servocomando de impulsos (502) para aumentar la cantidad de materiales de combustión proporcionados para la combustión de los mismos más allá de las cantidades iniciales durante cortos tiempos que son más cortos que las cantidades de tiempo iniciales.

25 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, donde el servocomando principal (501) es variable en el tiempo y el servocomando de impulso (502) es variable en el tiempo y se emite periódicamente, o donde la unidad de control (50) cesa la emisión del servocomando de impulsos (502) de acuerdo con la cantidad detectada del CO de escape.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, donde la unidad de control (50) comprende:

30 una unidad de entrada (51) mediante la cual se introducen las condiciones para activar la emisión del servocomando de impulsos (502);

una unidad de cálculo (52) mediante la cual se determina si las condiciones de entrada se cumplen actualmente; y

35 una unidad de salida (53) mediante la cual un resultado afirmativo de la determinación de la unidad de cálculo (52) activa la emisión del servocomando de impulsos (502).

13. Un método de control de caldera, comprendiendo el método:

40 emitir un servocomando principal (501) a una o más unidades de suministro (20, 21) acopladas a un recipiente (30) para proporcionar cantidades iniciales de los materiales de combustión al recipiente (30) para la combustión de los mismos dentro del recipiente (30) durante cantidades iniciales de tiempo;

45 emitir un servocomando de impulsos (502) a una o más unidades de suministro (20, 21) para aumentar la cantidad de materiales de combustión proporcionados para la combustión de los mismos más allá de las cantidades iniciales durante cortos tiempos que son más cortos que las cantidades de tiempo iniciales;

detectar una cantidad de monóxido de carbono (CO) producido por la combustión dentro del recipiente (30); y

50 controlar la emisión de los servocomandos principal y de impulsos (501, 502) de acuerdo con al menos la cantidad detectada del CO;

donde el servocomando principal (501) comprende:

un primer comando para proporcionar una cantidad de aire para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo; y

55 un segundo comando para proporcionar una cantidad de combustible para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo;

caracterizado por que

60 el primer comando sirve para proporcionar una cantidad inicial de aire para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo inicial;

el segundo comando sirve para proporcionar una cantidad inicial de combustible para la combustión del mismo durante una cantidad de tiempo;

65 las respectivas cantidades iniciales de aire, combustible y tiempo están asociadas con el rendimiento inicial de la caldera; y

el servocomando de impulsos (502) comprende un comando adicional para disminuir la cantidad de aire proporcionada para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial durante un corto

ES 2 641 872 T3

tiempo que es más corto que la cantidad de tiempo inicial; o el servocomando de impulsos (502) comprende un comando adicional para aumentar la cantidad de combustible proporcionada para la combustión del mismo más allá de la cantidad inicial durante un corto tiempo que es más corto que la cantidad de tiempo inicial.

5

FIG. 1

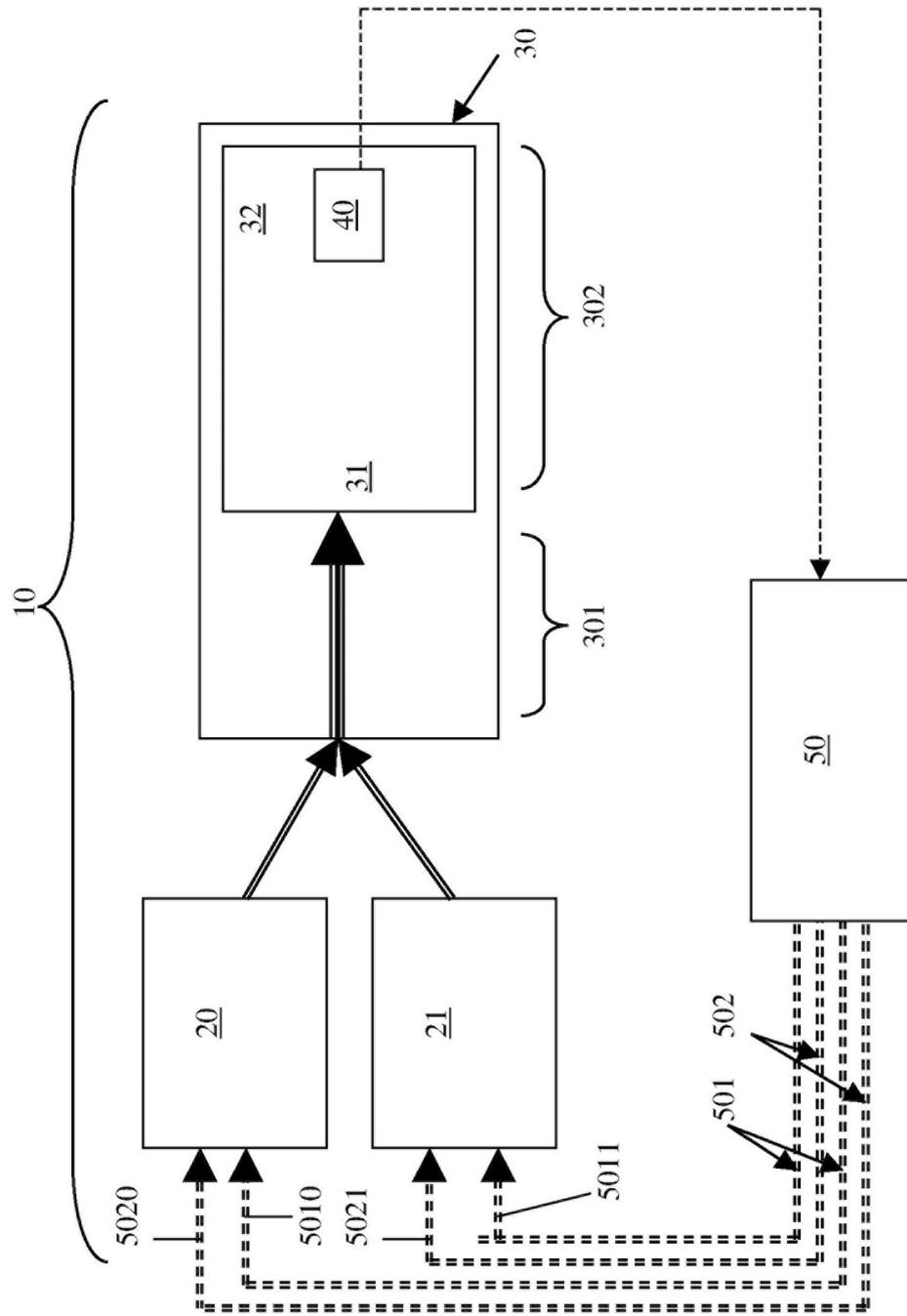


FIG.2

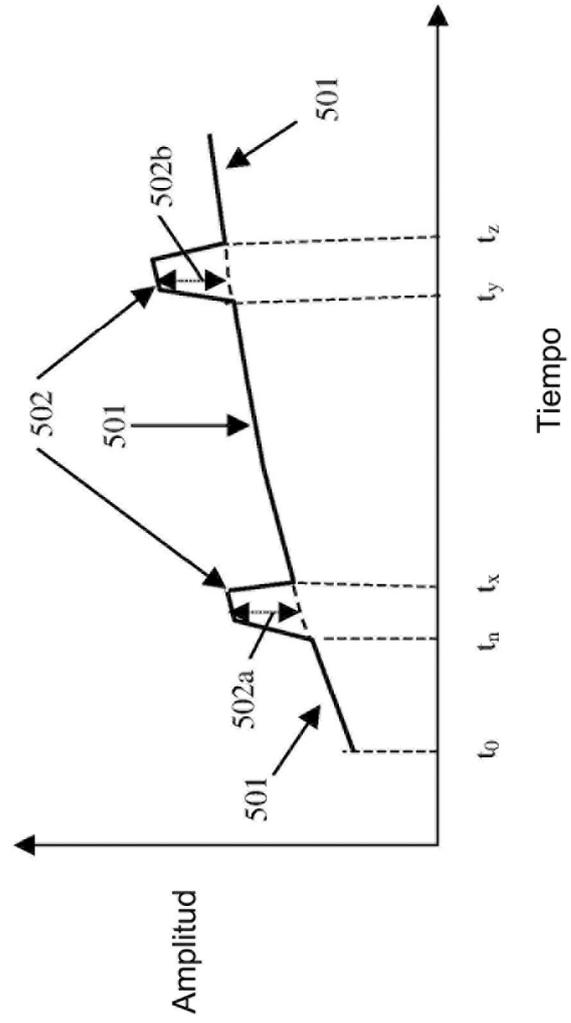


FIG. 3

