

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 239**

51 Int. Cl.:

F22B 35/00 (2006.01)

F23N 1/02 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

F23N 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2006 E 06124970 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2012 EP 1855053**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas en un sistema de caldera**

30 Prioridad:

30.11.2005 US 290244

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

20.02.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**WIDMER, NEIL COLIN y
TAWARE, AVANISH VINAYAK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 396 239 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 el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas en un sistema de caldera

5 La presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas en un sistema de caldera.

Los sistemas de caldera de combustibles fósiles se han utilizado para la generación de electricidad. Un tipo de sistema de caldera de combustibles fósiles quema una mezcla de aire/carbón para generar energía térmica que incrementa la temperatura del agua para producir vapor. El vapor se utiliza para accionar un turbogenerador que produce energía eléctrica.

10 Un problema asociado con el sistema de caldera precedente es que el sistema de caldera puede tener zonas o localizaciones espaciales con niveles de temperatura más altos que un umbral de temperatura. Como resultado de las zonas de temperatura relativamente alta, se pueden formar indeseablemente escorias o hidrocarburos sin quemar en las paredes interiores del sistema de caldera reduciendo la eficiencia o la transferencia de calor de la caldera e incrementando los niveles de emisión, especialmente de los óxidos de nitrógeno (NOx), dentro del sistema de caldera debido a este desequilibrio en la combustión.

15 En consecuencia, los presentes inventores han reconocido una necesidad de un sistema y procedimiento mejorado para el control de un sistema de caldera que pueda determinar zonas dentro del sistema de caldera que tengan niveles de temperatura relativamente altos y que pueda ajustar una relación aire-combustible (A/F) de los quemadores que afectan a esas zonas para disminuir los niveles de temperatura en ellas.

20 El documento US 4.927.351 desvela un procedimiento y sistema para el control de la alimentación de combustible y aire al hogar, en el que se proporciona un instrumento de detección para cada quemador para detectar el rendimiento individual de ese quemador.

La presente invención proporciona un procedimiento para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas dentro del sistema de caldera de acuerdo con la reivindicación 1.

25 La presente invención proporciona un sistema de control para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas dentro del sistema de caldera de acuerdo con la reivindicación 5.

Se describirán ahora a modo de ejemplo varios aspectos y realizaciones de la presente invención en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

30 la Figura 1 ilustra un sistema de generación de potencia que tiene un sistema de caldera y un sistema de control de acuerdo con una realización de ejemplo;

la Figura 2 es un diagrama de bloques de los algoritmos de software utilizados en el sistema de control de la Figura 1;

las Figuras 3-7 son diagramas de flujo de un procedimiento para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas del sistema de caldera de la Figura 1; y

35 la Figura 8 es un esquema de un quemador utilizado en el sistema de caldera de la Figura 1.

Con referencia a la Figura 1, se ilustra un sistema de generación de potencia 10 para la generación de energía eléctrica. El sistema de generación de potencia 10 incluye un sistema de caldera 12, un sistema de control 13, un turbogenerador 14, una cinta transportadora 16, un silo 18, un alimentador de carbón 20, un pulverizador de carbón 22, una fuente de aire 24, y una chimenea 28.

40 El sistema de caldera 12 se proporciona para quemar una mezcla de aire-carbón para calentar agua y generar vapor a partir de ella. El vapor se utiliza para accionar el turbogenerador 14, que genera electricidad. Debe tomarse nota de que en una realización alternativa, el sistema de caldera 12 podría utilizar otros tipos de combustibles, en lugar de carbón, para calentar el agua y generar vapor a partir de ella. Por ejemplo, el sistema de caldera 12 podría utilizar cualquier tipo convencional de combustible hidrocarburo tal como gasolina, combustible diesel, aceite, gas natural, propano u otro similar. El sistema de caldera 12 incluye un hogar 40 conectado a una parte de recorrido posterior 42, un colector de entrada de aire 44, quemadores 47, 48, 50, 52, un orificio de aire 53 y conductos 59, 60, 62, 64, 66, 68.

45 El hogar 40 define una zona en la que se quema la mezcla aire-carbón y se genera vapor. La parte de recorrido posterior 42 se conecta al hogar 40 y recibe los gases de escape del hogar 40. La parte de recorrido posterior 42 transfiere los gases de escape desde el hogar 40 a la chimenea 28.

50 El colector de admisión de aire 44 se conecta al hogar 40 y proporciona una cantidad predeterminada de aire secundario a los quemadores 47, 48, 50, 52 y orificio de 53 utilizando las válvulas de estrangulación 45, 46.

Adicionalmente, los quemadores 47, 48, 50, 52 reciben una mezcla de aire-carbón desde la fuente de aire 24 a través de los conductos 60, 62, 64, 66, respectivamente. Los quemadores 47, 48, 50, 52 y el orificio de aire 53 se disponen a través de aberturas en el hogar 40. Los quemadores 47, 48, 50, 52 emiten llamas hacia el interior de la zona del hogar 40 para calentar el agua. Debido a que los quemadores 47, 48, 50, 52 tienen una estructura sustancialmente similar, sólo se proporcionará una explicación detallada de la estructura del quemador 47. Con referencia a la Figura 8, el quemador 47 tiene unos tubos 70, 72, 74 dispuestos concéntricamente. El tubo 70 recibe la mezcla aire-carbón principal (mezcla aire-combustible) desde el conducto 60. El conducto 72 se dispone alrededor del conducto 70 y recibe aire secundario desde el colector de aire de admisión 44. El conducto 74 se dispone alrededor del conducto 72 y recibe aire terciario también desde el colector de aire de admisión 44. La mezcla aire-carbón total suministrada al quemador 47 se enciende en un orificio de salida del quemador 47 y se quema en el hogar. El quemador 47 incluye adicionalmente una válvula 75 dispuesta en el recorrido del flujo entre el tubo 70 y el tubo 72. Una posición operativa de la válvula 75 puede estar operativamente controlada mediante el controlador 122 para controlar una cantidad de aire terciario que se recibe por parte del quemador 47. Adicionalmente, el quemador 47 incluye además una válvula 77 dispuesta en la trayectoria del flujo entre el tubo 72 y el tubo 74. Una posición operativa de la válvula 77 se puede controlar operativamente mediante el controlador 122 para controlar una cantidad de aire secundario que se recibe por parte del quemador 47.

Con referencia a la Figura 1, el sistema de control 13 está previsto para controlar una cantidad de aire y combustible recibida por los quemadores 47, 48, 50, 52 y el aire recibido por el orificio de aire 53. En particular, el sistema de control 13 está previsto para controlar las relaciones A/F y los flujos de masa aire-combustible en los quemadores 47, 48, 50, 52 y la inyección de aire en el orificio 53 para controlar los niveles de CO, niveles de temperatura y tasa de formación de escoria en localizaciones predeterminadas del sistema de caldera 12. El sistema de control 13 incluye válvulas de aire y solenoide principales controladas eléctricamente 80, 82, 84, 86, 88, un actuador de aire de combustión 90, un actuador de aire de sobre combustión 92, detectores de CO 94, 96, 98, 99, detectores de temperatura 110, 112, 114, 115, sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121, sensores de flujo de masa de aire 117, 119, un sensor de flujo de carbón 123 y un controlador 122. Se debería tomar nota de que con finalidades de explicación, se supone que el sensor de CO 94, el sensor de temperatura 110 y el sensor de detección de escoria 116 se disponen sustancialmente en una primera localización dentro del sistema de caldera 12. Adicionalmente, el sensor de CO 96, el sensor de temperatura 112, el sensor de detección de escoria 118, se disponen sustancialmente en una segunda localización dentro del sistema de caldera 12. Adicionalmente, el sensor de CO 98, el sensor de temperatura 114, el sensor de detección de escoria 120 se disponen sustancialmente en una tercera localización dentro del sistema de caldera 12. Adicionalmente aún, el sensor de CO 99, el sensor de temperatura 115 y el sensor de detección de escoria 121 se disponen sustancialmente en una cuarta localización del sistema de caldera 12. Naturalmente, se debería tomar nota de que en realizaciones alternativas los sensores de CO, los sensores de temperatura y los sensores de detección de escoria se pueden disponer en diferentes localizaciones relativamente entre sí. Adicionalmente, en una realización alternativa, los sensores de CO 94, 96, 98, 99 se disponen separados de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones respectivamente en el sistema de caldera 12 y los niveles de CO en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones se estiman a partir de las señales de los sensores de CO 94, 96, 98, 99, respectivamente, utilizando técnicas de cálculo de dinámica de fluidos conocidas para los expertos en la materia. Adicionalmente, en una realización alternativa, los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115 se disponen separados de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente y los niveles de temperatura en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones se estiman a partir de las señales de los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115, respectivamente utilizando técnicas de cálculo de dinámica de fluidos conocidas para los expertos en la materia. Adicionalmente, en una realización alternativa, los sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121 se disponen separados de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente y los niveles del grosor de escoria se estiman a partir de las señales de los sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121, respectivamente, utilizando técnicas de cálculo de dinámica de fluidos conocidas para los expertos en la materia.

Se proporcionan las válvulas controladas eléctricamente 80, 82, 84, 86, 88 para controlar la cantidad de aire primario o aire de transporte suministrado a los quemadores 47, 48, 50, 52 y al conducto 68, respectivamente, en respuesta a señales de control (FV1), (FV2), (FV3), (FV4), (FV5), respectivamente, recibidas desde el controlador 122. El aire primario transporta partículas de carbón a los quemadores.

Se proporciona el actuador 90 para controlar una posición operativa de la válvula de estrangulación 45 en el colector de admisión 44 para el ajuste de la cantidad de aire de combustión proporcionada a los quemadores 47, 48, 50, 52, en respuesta a una señal de control (AV1) recibida desde el controlador 122.

Se proporciona el actuador 92 para controlar una posición operativa de la válvula de estrangulación 46 para el ajuste de una cantidad de aire de sobre combustión proporcionada al orificio de aire 53, en respuesta a una señal de control (AV2) recibida desde el controlador 122.

Se proporcionan los sensores de CO 94, 96, 98, 99 para generar señales (CO1), (CO2), (CO3), (CO4) indicativas de los niveles de CO en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente, dentro del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, el número de sensores de CO dentro del sistema de caldera 12 puede ser mayor que cuatro sensores de CO. Por ejemplo, en una realización alternativa se puede disponer de un banco de sensores de CO dentro del sistema de caldera 12. Como se muestra, los sensores

de CO 94, 96, 98, 99 se disponen en la parte de paso posterior 42 del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, los sensores de CO se pueden disponer en una pluralidad de otras posiciones dentro del sistema de caldera 12. Por ejemplo, los sensores de CO se pueden disponer en un plano de salida del sistema de caldera 12.

5 Se proporcionan los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115 para generar señales (TEMP1), (TEMP2), (TEMP3), (TEMP4) indicativas de los niveles de temperatura en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente, dentro del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, el número de sensores de temperatura dentro del sistema de caldera 12 puede ser mayor de cuatro sensores de temperatura. Por ejemplo, en una realización alternativa, se puede disponer de un banco de sensores de temperatura dentro del sistema de caldera 12. Como se muestra, los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115 se disponen en la parte del plano de salida del hogar 42 del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, los sensores de temperatura se pueden disponer en una pluralidad de otras posiciones dentro del sistema de caldera 12. Por ejemplo, los sensores de temperatura se pueden disponer en un plano de salida del sistema de caldera 12.

15 Se proporcionan los sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121 para generar señales (SLAG1), (SLAG2), (SLAG3), (SLAG4) indicativas del grosor de escoria en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente, dentro del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, el número de sensores de detección de escoria dentro del sistema de caldera 12 puede ser mayor de cuatro sensores de detección de escoria. Por ejemplo, en una realización alternativa, se puede disponer de un banco de sensores de detección de escoria dentro del sistema de caldera 12. Como se muestra, los sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121 se disponen en la parte del recorrido posterior 42 del sistema de caldera 12. Se debería tomar nota de que, en una realización alternativa, los sensores de detección de escoria se pueden disponer en una pluralidad de otras posiciones dentro del sistema de caldera 12. Por ejemplo, los sensores de detección de escoria se pueden disponer en un plano de salida del sistema de caldera 12.

25 Se proporciona el sensor de flujo de masa 119 para generar una señal (MAF1) indicativa de una cantidad de aire primario que se está suministrando al conducto 59, que se recibe por parte del controlador 122.

Se proporciona el sensor de flujo de masa 117 para generar una señal (MAF2) indicativa de una cantidad de aire de combustión que se está suministrando al colector de admisión 44 y a los quemadores y orificios de aire, que se recibe por parte del controlador 122.

30 Se proporciona el sensor de flujo de carbón 123 para generar una señal (CF) indicativa de una cantidad de carbón que se está suministrando al conducto 59, que es recibida por parte del controlador 122.

Se proporciona el controlador 122 para generar señales de control para controlar las posiciones operativas de las válvulas 80, 82, 84, 86, 88 y los actuadores 90, 92 para la obtención de una relación A/F deseada y un flujo de masa aire-combustible en los quemadores 47, 48, 50, 52. Adicionalmente, se proporciona el controlador 122 para recibir las señales (CO1-CO4) desde los sensores de CO 94, 96, 98, 99 indicativas de los niveles de CO en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones y para determinar los niveles de CO a partir de ellas. Adicionalmente, se proporciona el controlador 122 para recibir las señales (TEMP1-TEMP4) desde los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115 indicativas de los niveles de temperatura en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones y para determinar los niveles de temperatura a partir de ellas. Adicionalmente aún, se proporciona el controlador 122 para recibir las señales (SLAG1-SLAG4) desde los sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121 indicativas del grosor de escoria en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones y para determinar el grosor de escoria a partir de ellas. El controlador 122 incluye una unidad de procesamiento central (CPU) 130, una memoria sólo de lectura (ROM) 132, una memoria de acceso aleatorio (RAM) 134 y una interfaz de entrada-salida (I/O) 136. Naturalmente se podrían utilizar cualesquiera otros tipos de medios de almacenamiento de ordenador incluyendo una memoria flash o similar, por ejemplo. La CPU 30 ejecuta los algoritmos de software almacenados en al menos una de las ROM 132 y la RAM 134 para la implementación de la metodología de control descrita a continuación.

Con referencia a la Figura 2, se ilustra un diagrama de bloques de los algoritmos de software ejecutados por el controlador 122. En particular, los algoritmos de software incluyen un módulo de estimación 170 de la relación A/F del quemador, un mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa, un módulo de estimación 174 de la relación A/F espacial y un módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales.

Se proporciona el módulo de estimación 170 de la relación de A/F en el quemador para calcular una relación de A/F en cada uno de los quemadores 47, 48, 50, 52. En particular, el módulo 170 calcula la relación de A/F en cada uno de los quemadores en base a la cantidad de aire primario, aire secundario y aire terciario y el carbón que se está proporcionando a los quemadores 47, 48, 50, 52 y una cantidad de carbón que se está proporcionando por el pulverizador de carbón 22.

El mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa comprende una tabla que correlaciona una cantidad de flujo de masa de gases de salida desde cada quemador con cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones dentro del sistema de caldera 12. El controlador 122 puede utilizar el mapa del factor de influencia

- 5 172 en base al flujo de masa para determinar qué quemadores afectarán fundamentalmente a localizaciones particulares dentro del sistema de caldera 12. En particular, el controlador 122 puede determinar que un quemador particular está afectando fundamentalmente a una localización particular dentro del sistema de caldera 12 mediante la determinación de que un valor del flujo de masa desde el quemador particular a la localización particular es mayor que un valor de flujo de masa de umbral.
- 10 En una realización alternativa, el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa comprende una tabla que indica un porcentaje del valor del flujo de masa, indicando un porcentaje del flujo de masa desde cada quemador que fluye a cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones. El controlador 122 puede determinar que un quemador particular está afectando fundamentalmente a una localización particular dentro del sistema de caldera 12 mediante la determinación de que un valor de porcentaje asociado con un quemador particular y una localización particular es mayor que un valor de porcentaje de umbral. Por ejemplo, el mapa del factor de influencia en base al flujo de masa 172 podría indicar que el 10% del flujo de masa total de la primera localización viene del quemador 47. Si el valor del porcentaje del umbral es del 5%, el controlador 122 determinaría que el quemador 47 está afectando fundamentalmente al flujo de masa de la primera localización. Naturalmente, otros quemadores podrían estar afectando fundamentalmente al flujo de masa en la primera localización.
- 15 El mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa se puede determinar usando modelos físicos isotérmicos y técnicas de escalado de dinámica de fluidos del sistema de caldera 12 o modelos de cálculo de dinámica de fluidos del sistema de caldera 12.
- 20 Se proporciona el modelo de estimación 174 de la relación A/F espacial para calcular una relación de A/F en cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones en el sistema de caldera 12. En particular, el módulo 174 utiliza las relaciones de A/F asociadas con cada uno de los quemadores y el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa, para calcular una relación de A/F en cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones en el sistema de caldera 12.
- 25 El módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales utiliza la relación espacial de A/F en cada una de la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones y el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa, para estimar la cantidad de energía térmica y los niveles de CO generados por cada uno de los quemadores 47, 48, 50, 52 en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones.
- 30 Con referencia a las Figuras 3-7, se explicará a continuación un procedimiento para el ajuste de los niveles de temperatura en el sistema de caldera 12. El procedimiento se puede implementar utilizando algoritmos de software ejecutados por el controlador 122.
- 35 En la etapa 190, una pluralidad de sensores de temperatura dispuestos en una primera pluralidad de localizaciones, respectivamente, en el sistema de caldera 12 genera una primera pluralidad de señales, respectivamente, indicativas de los niveles de temperatura en la primera pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, los sensores de temperatura 110, 112, 114, 115 pueden generar señales (TEMP1), (TEMP2), (TEMP3), (TEMP4), respectivamente, indicativas de los niveles de temperatura, respectivamente, en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente.
- 40 En la etapa 192, el controlador 122 recibe la primera pluralidad de señales y determina una primera pluralidad de niveles de temperatura asociados con la primera pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, el controlador 122 puede recibir las señales (TEMP1), (TEMP2), (TEMP3), (TEMP4) y determinar el primer, segundo, tercer y cuarto niveles de temperatura asociados con la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente.
- 45 En la etapa 194, una pluralidad de sensores de CO genera una segunda pluralidad de señales, respectivamente, indicativas de los niveles de CO en la primera pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, los sensores de CO 94, 96, 98, 99 pueden generar señales (CO1), (CO2), (CO3), (CO4), respectivamente, indicativas de los niveles de CO en la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente.
- 50 En la etapa 196, el controlador 122 recibe la segunda pluralidad de señales y determina una pluralidad de niveles de CO asociados con la primera pluralidad de localizaciones.
- Por ejemplo, el controlador 122 puede recibir las señales (CO1), (CO2), (CO3), (CO4) y determinar un primer, segundo, tercero y cuarto niveles de CO asociados con la primera, segunda, tercera y cuarta localizaciones, respectivamente.
- 55 En la etapa 198, el sensor de flujo de aire 119 genera la señal (MAF1) indicativa de un flujo de masa de aire primario que entra en el sistema de caldera 12, que se recibe por parte del controlador 122.
- En la etapa 200, el sensor de flujo de aire 117 genera la señal (MAF2) indicativa de un flujo de masa de aire de combustión que entra en el colector de admisión 44, que es recibida por parte del controlador. El flujo de masa de aire de combustión comprende el aire secundario y el aire terciario recibido por los quemadores y el aire de sobre combustión recibido por el orificio de aire 53.

5 En la etapa 202, el sensor de flujo de carbón 123 genera la señal (CF) indicativa de una cantidad de carbón (por ejemplo, un flujo de carbón total del molino) que entra al sistema de caldera 12, que es recibida por parte del controlador 122. Naturalmente, en una realización alternativa, la cantidad de carbón que se recibe por cada quemador se puede calcular o supervisar usando sensores de flujo de carbón dispuestos en cada quemador o en comunicación fluida con cada quemador.

10 En la etapa 204, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 170 de la relación A/F en los quemadores para determinar una relación de A/F en cada quemador de la primera pluralidad de quemadores en el sistema de caldera en base a la señal (MAF1), la señal (MAF2) y la señal (CF). Por ejemplo, el controlador 122 puede ejecutar el módulo de cálculo 170 de la relación A/F de los quemadores para determinar las relaciones de A/F para los quemadores 47, 48, 50, 52 en base a la señal (MAF1), la señal (MAF2) y la señal (CF).

15 En la etapa 206, el ordenador 122 realiza la determinación de si (i) una segunda pluralidad de localizaciones que comprende un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, tiene niveles de temperatura mayores que un nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores que un nivel de CO el umbral y (ii) una tercera pluralidad de localizaciones que comprende otro subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, tiene niveles de temperatura menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral y niveles de CO menores que o iguales al nivel de CO de umbral. Si el valor de la etapa 206 es igual a "sí", el procedimiento avanza a la etapa 208. En caso contrario, el procedimiento avanza a la etapa 220.

20 En la etapa 208, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 174 de la relación A/F espacial que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para estimar una relación de A/F en cada localización de la segunda pluralidad de localizaciones, en base a la relación de A/F en cada quemador de la primera pluralidad de quemadores y para determinar una segunda pluralidad de quemadores que comprende un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores que están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y CO en la segunda pluralidad de localizaciones.

25 Por ejemplo, el controlador 122 puede ejecutar el módulo 174 que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para determinar las relaciones de A/F en la primera y segunda localizaciones, en base a la relación de A/F en cada uno de los quemadores 47, 48, 50, 52. Adicionalmente, por ejemplo, el controlador 142 puede determinar que los quemadores 47, 48 están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y los niveles de CO en la primera y segunda localizaciones en el sistema de caldera 12.

30 En la etapa 210, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO que se está generando por cada quemador de la primera pluralidad de quemadores en cada localización de la segunda pluralidad de localizaciones del sistema de caldera, en base a la relación de A/F estimada en la localización respectiva. Por ejemplo, el controlador 122 puede ejecutar el módulo 176 para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO generados por cada uno de los quemadores 47, 48, 50, 52 en cada una de la primera y segunda localizaciones del sistema de caldera 12, en base a las relaciones de A/F en la primera y segunda localizaciones.

35 En la etapa 212, el controlador 122 incrementa una relación de A/F de al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores, para disminuir los niveles de temperatura en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de temperatura de umbral y para disminuir los niveles de CO en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de CO de umbral, en base a la cantidad estimada de energía térmica y el nivel de CO en cada localización de la segunda pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, el controlador 122 puede incrementar la relación de A/F de al menos uno de los quemadores 47, 48, en base a la cantidad de energía térmica y a un nivel de CO generados por los quemadores 47, 48, 50, 52 en la primera y segunda localizaciones en el sistema de caldera 12. En una realización de ejemplo, el controlador 122 incrementa la relación de A/F mediante la disminución de un flujo de masa de combustible dentro de al menos uno de los quemadores 47, 48 mientras o bien mantiene o bien disminuye el flujo de masa de aire que se está proporcionando a al menos uno de los quemadores 47, 48.

40 En la etapa 214, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 174 de la relación A/F espacial que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para estimar una relación de A/F en cada localización de la tercera pluralidad de localizaciones, en base a la relación de A/F en cada quemador de la primera pluralidad de quemadores y para determinar una tercera pluralidad de quemadores que comprende un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores que están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y CO en la tercera pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, el controlador 122 puede ejecutar el módulo 174 que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para determinar las relaciones de A/F en la tercera y cuarta localizaciones, en base a la relación de A/F en cada uno de los quemadores 47, 48, 50, 52. Adicionalmente, por ejemplo, el controlador 142 puede determinar que los quemadores 50, 52 están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y los niveles de CO en la tercera y cuarta localizaciones en el sistema de caldera 12.

55 En la etapa 216, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO que se está generando por cada quemador de la primera pluralidad de quemadores en cada localización de la tercera pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera 12, en base a la estimación de la relación de A/F en la localización respectiva. Por ejemplo, el controlador 122 puede

ejecutar el módulo 176 para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO generados por los quemadores 47, 48, 50, 52 en la tercera y cuarta localizaciones en el sistema de caldera 12, en base a las relaciones de A/F en la tercera y cuarta localizaciones.

5 En la etapa 218, el controlador 122 disminuye una relación de A/F de al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores, mientras mantiene los niveles de temperatura en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral y los niveles de CO en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de CO de umbral, en base a la cantidad estimada de energía térmica y el nivel de CO en cada localización de la tercera pluralidad de localizaciones. Por ejemplo, el controlador 122 puede disminuir la relación de A/F de al menos uno de los quemadores 50, 52, en base a una cantidad de energía térmica y a un nivel de CO generados por los quemadores 47, 48, 50, 52 en la tercera y cuarta localizaciones en el sistema de caldera 12. En una realización de ejemplo, el controlador 122 disminuye la relación de A/F mediante el incremento de un flujo de masa de combustible dentro de al menos uno de los quemadores 50, 52 mientras o bien mantiene o bien disminuye el flujo de masa de aire que se está proporcionando a al menos uno de los quemadores 50, 52.

15 En la etapa 220, el ordenador 122 realiza la determinación de si (i) una cuarta pluralidad de localizaciones que comprende un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, tiene niveles de temperatura mayores que el nivel de temperatura de umbral y niveles de CO menores que o iguales al nivel de CO el umbral y (ii) una quinta pluralidad de localizaciones que comprende otro subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, tiene niveles de temperatura menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores que el nivel de CO de umbral. Si el valor de la etapa 220 es igual a "sí", el procedimiento avanza a la etapa 222. En caso contrario, el procedimiento vuelve a la etapa 190.

25 En la etapa 222, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 174 de la relación A/F espacial que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para estimar una relación de A/F en cada localización de la cuarta pluralidad de localizaciones, en base a la relación de A/F en cada quemador de la primera pluralidad de quemadores y para determinar una cuarta pluralidad de quemadores entre el subconjunto de la primera pluralidad de quemadores que están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y CO de la cuarta pluralidad de localizaciones.

30 En la etapa 224, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO que se está generando por cada quemador de la primera pluralidad de quemadores en cada localización de la cuarta pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera 12, en base a la estimación de la relación de A/F estimada en la localización respectiva.

35 En la etapa 226, el controlador 122 disminuye un flujo de masa de aire-combustible en al menos un quemador de la cuarta pluralidad de quemadores mientras o bien mantiene o bien reduce la relación de A/F de al menos un quemador de la cuarta pluralidad de quemadores, para disminuir los niveles de temperatura en la cuarta pluralidad de localizaciones hacia el nivel de temperatura de umbral mientras mantiene los niveles de CO en la cuarta pluralidad de localizaciones menor que o igual al nivel de CO de umbral, en base a la cantidad estimada de energía térmica y el nivel de CO en cada localización de la cuarta pluralidad de localizaciones.

40 En la etapa 228, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 174 de la relación de A/F espacial que utiliza el mapa del factor de influencia 172 en base al flujo de masa para estimar una relación de A/F en cada localización de la quinta pluralidad de localizaciones, en base a la relación de A/F y cada quemador de la primera pluralidad de quemadores y para determinar una quinta pluralidad de quemadores entre el subconjunto de la primera pluralidad de quemadores que están influenciando fundamentalmente los niveles de temperatura y CO de la quinta pluralidad de localizaciones.

45 En la etapa 230, el controlador 122 ejecuta el módulo de estimación 176 de la temperatura y CO espaciales para estimar una cantidad de energía térmica y un nivel de CO que se está generando por cada quemador de la primera pluralidad de quemadores en cada localización de la quinta pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera 12, en base a la estimación de la relación de A/F estimada en la localización respectiva.

50 En la etapa 232, el controlador 122 incrementa un flujo de masa aire-combustible a al menos un quemador de la quinta pluralidad de quemadores mientras o bien mantiene o bien incrementa una relación de A/F en el al menos un quemador de la quinta pluralidad de quemadores, en base a la cantidad estimada de energía térmica y nivel de CO en cada localización de la quinta pluralidad de localizaciones. Después de la etapa 232, el procedimiento vuelve a la etapa 190.

55 El sistema, procedimiento y artículo de fabricación inventivos para el ajuste de los niveles de temperatura proporciona una ventaja sustancial sobre otros sistemas y procedimientos. En particular, estas realizaciones proporcionan un efecto técnico de ajuste de al menos una de las relaciones de A/F y flujos de masa aire-combustible a los quemadores para disminuir niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas en un sistema de caldera, que sean mayores que un nivel de temperatura de umbral.

Los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar en la forma de un código de programa de ordenador que contenga instrucciones realizadas en medios tangibles, tales como discos flexibles, CD-ROM, discos duros o

cualquier otro medio de almacenamiento que pueda leer un ordenador, en el que, cuando el código del programa de ordenador se carga dentro y se ejecuta por un ordenador, el ordenador se convierte en un aparato para la puesta en práctica de la invención.

Lista de piezas

- 5 Sistema de generación de potencia 10
- Sistema de caldera 12
- Sistema de control 13
- Turbogenerador 14
- Cinta de transporte 16
- 10 Silo 18
- Alimentador de carbón 20
- Pulverizador de carbón 22
- Fuente de aire 24
- Chimenea 28
- 15 Hogar 40
- Zona del recorrido posterior 42
- Colector de aire de admisión 44
- Válvula de estrangulación 45
- Válvula de estrangulación 46
- 20 Quemadores 47, 48, 50, 52
- Orificio de aire 53
- Conductos 59, 60, 62, 64, 66, 68
- Tubos dispuestos concéntricamente 70, 72, 74
- Válvulas solenoide 80, 82, 84, 86, 88
- 25 Actuador de aire de combustión 90
- Actuador de aire de sobre combustión 92
- Sensores de CO 94, 96, 98, 99
- Sensores de temperatura 110, 112, 114, 115
- Sensores de detección de escoria 116, 118, 120, 121
- 30 Sensores de flujo de masa de aire 117, 119
- Controlador 122
- Sensor del flujo de carbón 123
- Unidad central de procesamiento (CPU) 130
- Memoria sólo de lectura (ROM) 132
- 35 Memoria de acceso aleatorio (RAM) 134
- Interfaz de entrada salida (I/O) 136
- Módulo 170
- Mapa del factor de influencia en base al flujo de masa 172
- Módulo de estimación de la relación A/F espacial 174
- 40 Módulo de estimación de la temperatura y CO espaciales 176.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas dentro del sistema de caldera (12), teniendo el sistema de caldera (12) una primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52) y una pluralidad de sensores de temperatura (110, 112, 114, 115) y una pluralidad de sensores de CO (94, 96, 98, 99) dispuestos en ella, comprendiendo el procedimiento:

5 la recepción de una pluralidad de señales desde la pluralidad de sensores de temperatura (110, 112, 114, 115) dispuestos en el sistema de caldera (12);
 la determinación de una pluralidad de niveles de temperatura en una primera pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera (12) en base a la primera pluralidad de señales;
 10 la recepción de una segunda pluralidad de señales desde la pluralidad de sensores de CO (94, 96, 98, 99) dispuestos en el sistema de caldera (12);
 la determinación de una pluralidad de niveles de CO en la primera pluralidad de localizaciones en base a la segunda pluralidad de señales;
 15 la determinación de una segunda pluralidad de localizaciones que tienen niveles de temperatura mayores que un nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores que un nivel de CO de umbral, siendo la segunda pluralidad de localizaciones un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones;
 la determinación de una segunda pluralidad de quemadores en el sistema de caldera (12) que están contribuyendo a la segunda pluralidad de localizaciones que tiene niveles de temperatura mayores que el nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores que el nivel de CO de umbral, siendo la segunda pluralidad de quemadores un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52); y
 20 el incremento de la relación de A/F de al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores, para disminuir los niveles de temperatura en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de temperatura de umbral y para disminuir los niveles de CO en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de CO de umbral;
 25 la determinación de una tercera pluralidad de localizaciones que tienen un nivel de temperatura menor que o igual al nivel de temperatura de umbral o un nivel de CO menor que o igual al nivel de CO de umbral, siendo la tercera pluralidad de localizaciones un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones;
 la determinación de una tercera pluralidad de quemadores en el sistema de caldera (12) que están contribuyendo a la tercera pluralidad de localizaciones que tiene niveles de temperatura menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral o niveles de CO menores que o iguales al nivel de CO de umbral, siendo la tercera pluralidad de quemadores un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52); y
 30 la disminución de una relación de A/F de al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores, mientras mantiene los niveles de temperatura en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral y los niveles de CO en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de CO de umbral.
 35

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la determinación de la segunda pluralidad de quemadores, comprende:

40 el acceso a un mapa del factor de influencia (172) en base a un flujo de masa que indica un flujo de masa aire-combustible o un porcentaje del flujo de masa en cada localización de la segunda pluralidad de localizaciones desde cada quemador de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52); y
 la identificación de los quemadores de entre la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52) que tiene un flujo de masa aire-combustible o un porcentaje de flujo de masa mayor que un valor predeterminado, para determinar la segunda pluralidad de quemadores.

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el incremento de la relación de A/F de al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores incluye la disminución de un flujo de masa de combustible dentro del al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores mientras o bien mantiene o bien disminuye un flujo de masa de aire que se suministra a al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores.

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la disminución de la relación de A/F de al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores, incluye el incremento de un flujo de masa de combustible dentro del al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores mientras o bien mantiene o bien incrementa un flujo de masa de aire que se suministra a al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores.

5. Un sistema de control (13) para el ajuste de los niveles de temperatura en localizaciones predeterminadas dentro de un sistema de caldera (12), teniendo el sistema de caldera (12) una primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52), comprendiendo el sistema de control (13):

55 una pluralidad de sensores de temperatura (110, 112, 114, 115) dispuestos en el sistema de caldera (12), estando configurados la pluralidad de sensores de temperatura (110, 112, 114, 115) para generar una primera pluralidad de señales indicativas de los niveles de temperatura en una primera pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera (12);

una pluralidad de sensores de CO (94, 96, 98, 99) dispuestos en el sistema de caldera (12), configurados la pluralidad de sensores de CO (94, 96, 98, 99) para generar una segunda pluralidad de señales indicativas de los niveles de CO en la primera pluralidad de localizaciones en el sistema de caldera (12); y

5 un controlador (122) conectado operativamente a la pluralidad de sensores de temperatura (110, 112, 114, 115) y a la pluralidad de sensores de CO (94, 96, 98, 96), configurado el controlador (122) para determinar una pluralidad de niveles de temperatura en la primera pluralidad de localizaciones en base a la primera pluralidad de señales, configurado adicionalmente el controlador (122) para determinar una pluralidad de niveles de CO en la primera pluralidad de localizaciones en base a la segunda pluralidad de señales, configurado

10 adicionalmente el controlador (122) para determinar una segunda pluralidad de localizaciones que tienen niveles de temperatura mayores que un nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores que un nivel de CO de umbral, siendo la segunda pluralidad de localizaciones un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, configurado adicionalmente el controlador (122) para determinar una segunda pluralidad de quemadores en el sistema de caldera (12) que están contribuyendo a la segunda pluralidad de localizaciones que tienen niveles de temperatura mayores que el nivel de temperatura de umbral y niveles de CO mayores

15 que el nivel de CO de umbral, siendo la segunda pluralidad de quemadores un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52), estando configurado adicionalmente el controlador (122) para incrementar una relación de A/F de al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores, para disminuir los niveles de temperatura en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de temperatura de umbral y para disminuir los niveles de CO en la segunda pluralidad de localizaciones hacia el nivel de CO de umbral, en el que el controlador (122) está configurado adicionalmente para determinar una tercera pluralidad de localizaciones que tienen una temperatura menor que o igual al nivel de temperatura de umbral o un nivel de CO menor que o igual al nivel de CO de umbral, siendo la tercera pluralidad de localizaciones un subconjunto de la primera pluralidad de localizaciones, configurado adicionalmente el controlador (122) para determinar una

20 tercera pluralidad de quemadores en el sistema de caldera (12) que están contribuyendo a la tercera pluralidad de localizaciones que tiene niveles de temperatura menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral o niveles de CO menores que o iguales al nivel de CO de umbral, siendo la tercera pluralidad de quemadores un subconjunto de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52), estando configurado adicionalmente el controlador (122) para disminuir una relación de A/F de al menos un quemador de la tercera pluralidad de quemadores, mientras mantiene los niveles de temperatura en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de temperatura de umbral y los niveles de CO en la tercera pluralidad de localizaciones menores que o iguales al nivel de CO de umbral.

6. El sistema de control (13) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el controlador (122) está configurado adicionalmente para acceder a un mapa del factor de influencia (172) en base al flujo de masa que indica un flujo de masa aire-combustible o un porcentaje del flujo de masa en cada localización de la segunda pluralidad de

35 localizaciones desde cada quemador de la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52), estando configurado adicionalmente el controlador (122) para identificar los quemadores de entre la primera pluralidad de quemadores (47, 48, 50, 52) que tienen un flujo de masa aire-combustible o un porcentaje de flujo de masa mayor que un valor predeterminado, para determinar la segunda pluralidad de quemadores.

7. El sistema de control (13) de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que el controlador (122) está configurado adicionalmente para incrementar la relación de A/F de al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores incluyendo la disminución de un flujo de masa de combustible en el al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores mientras o bien mantiene o bien disminuye un flujo de masa de

40 aire que se suministra a al menos un quemador de la segunda pluralidad de quemadores.

45

FIG. 1

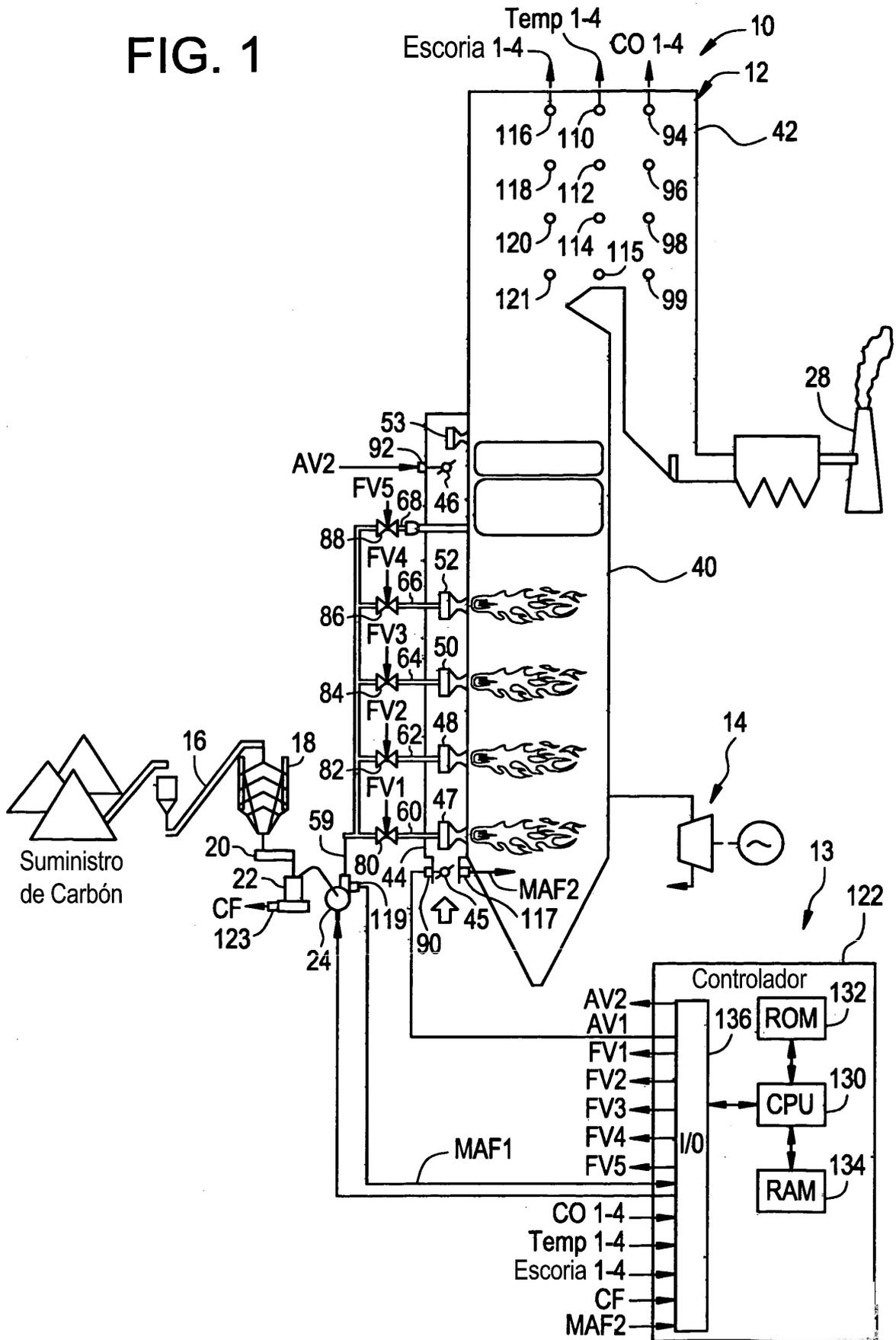


FIG. 2

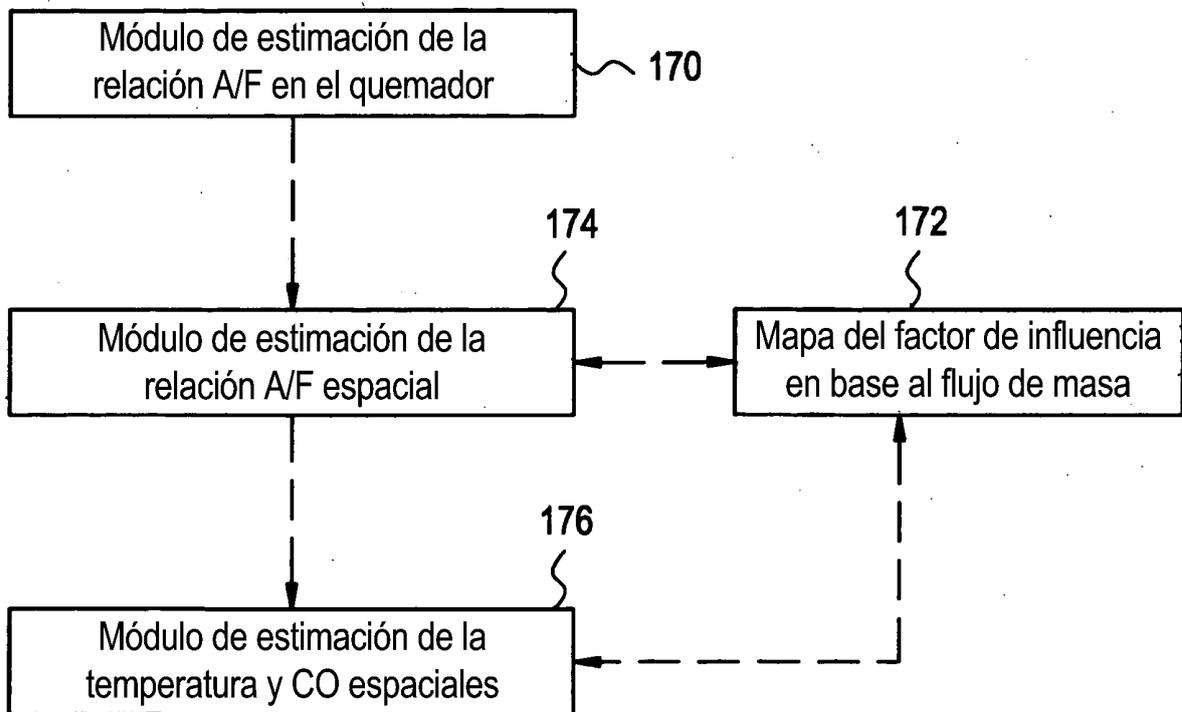


FIG. 3

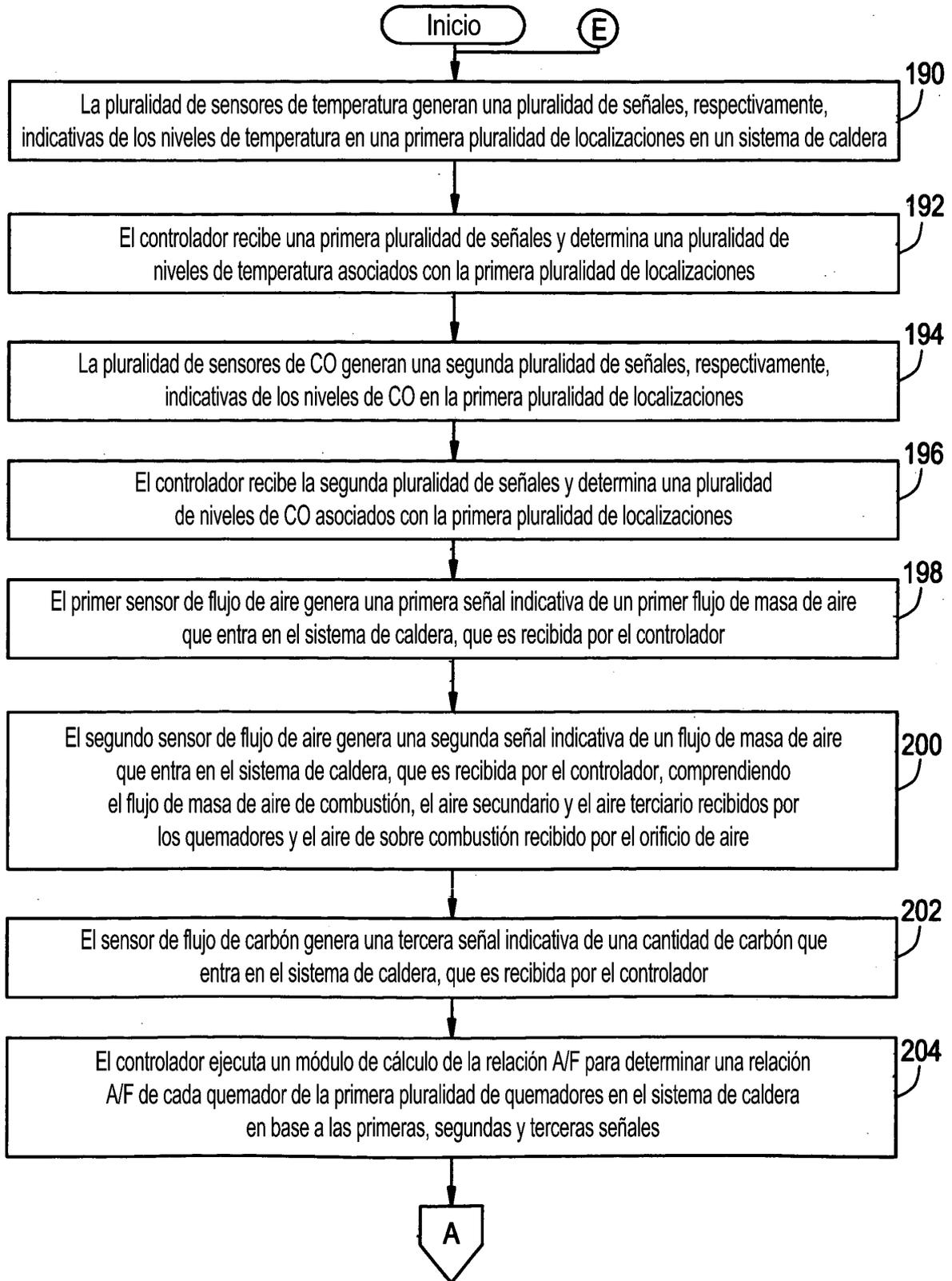


FIG. 4

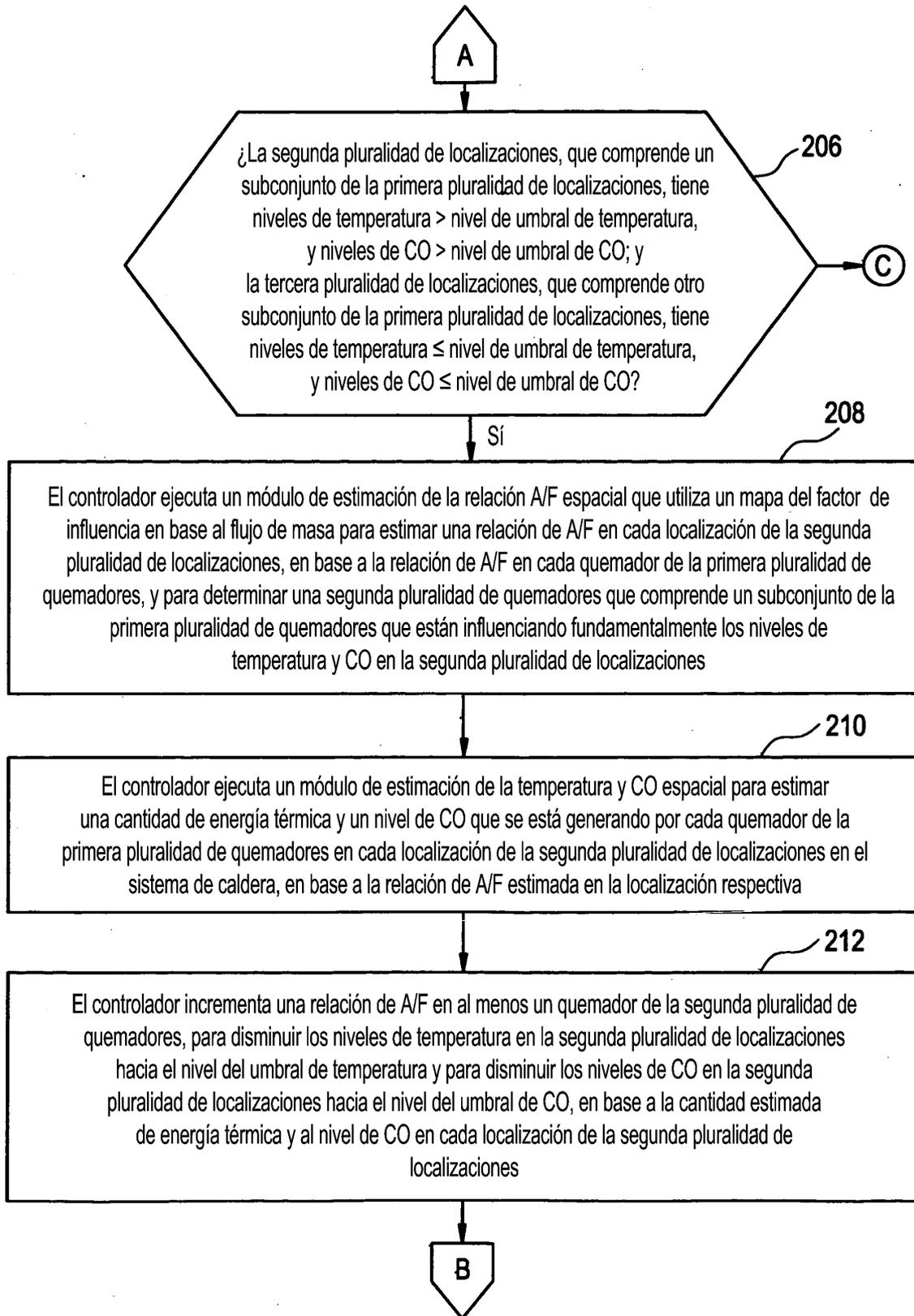


FIG. 5

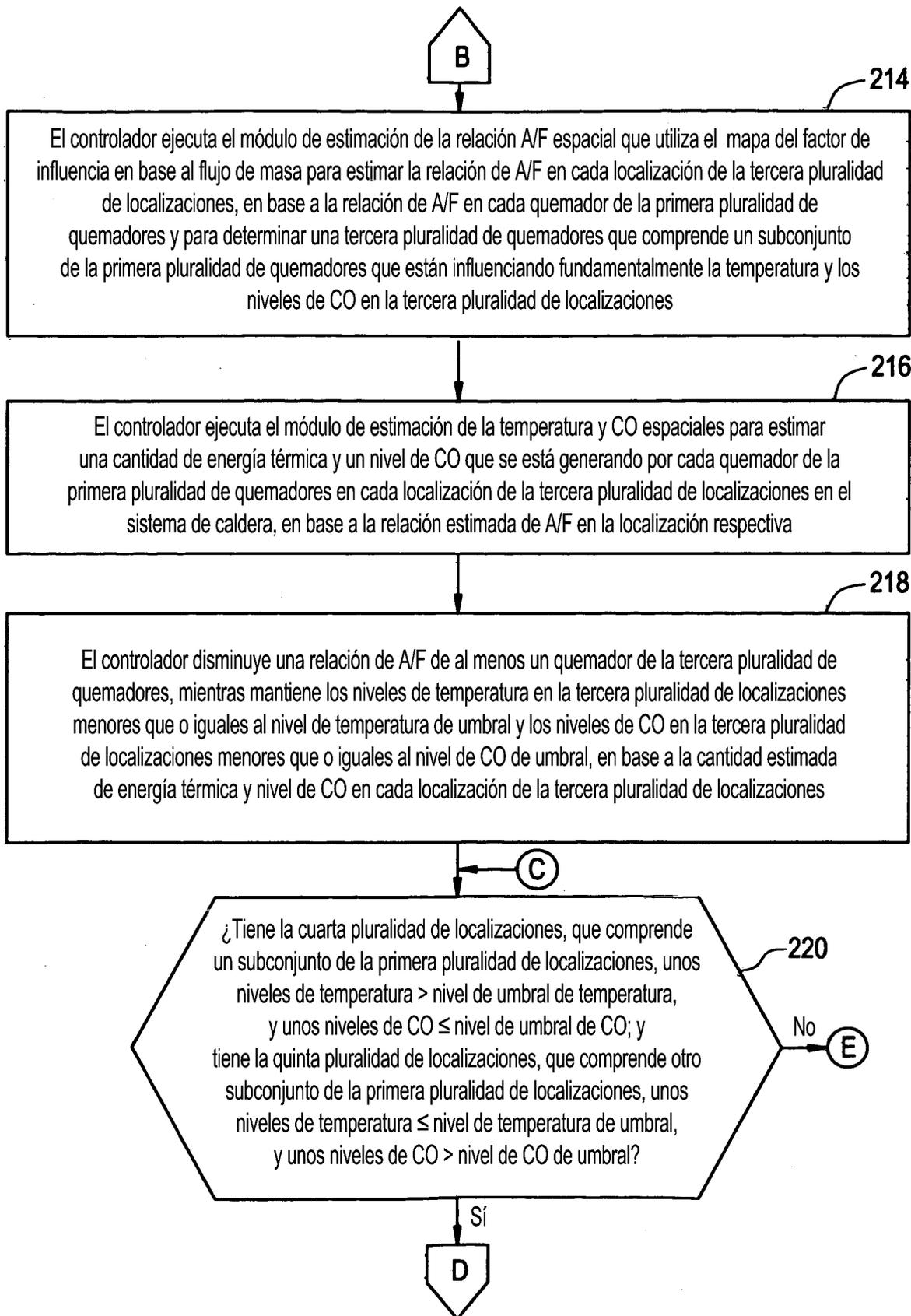


FIG. 6

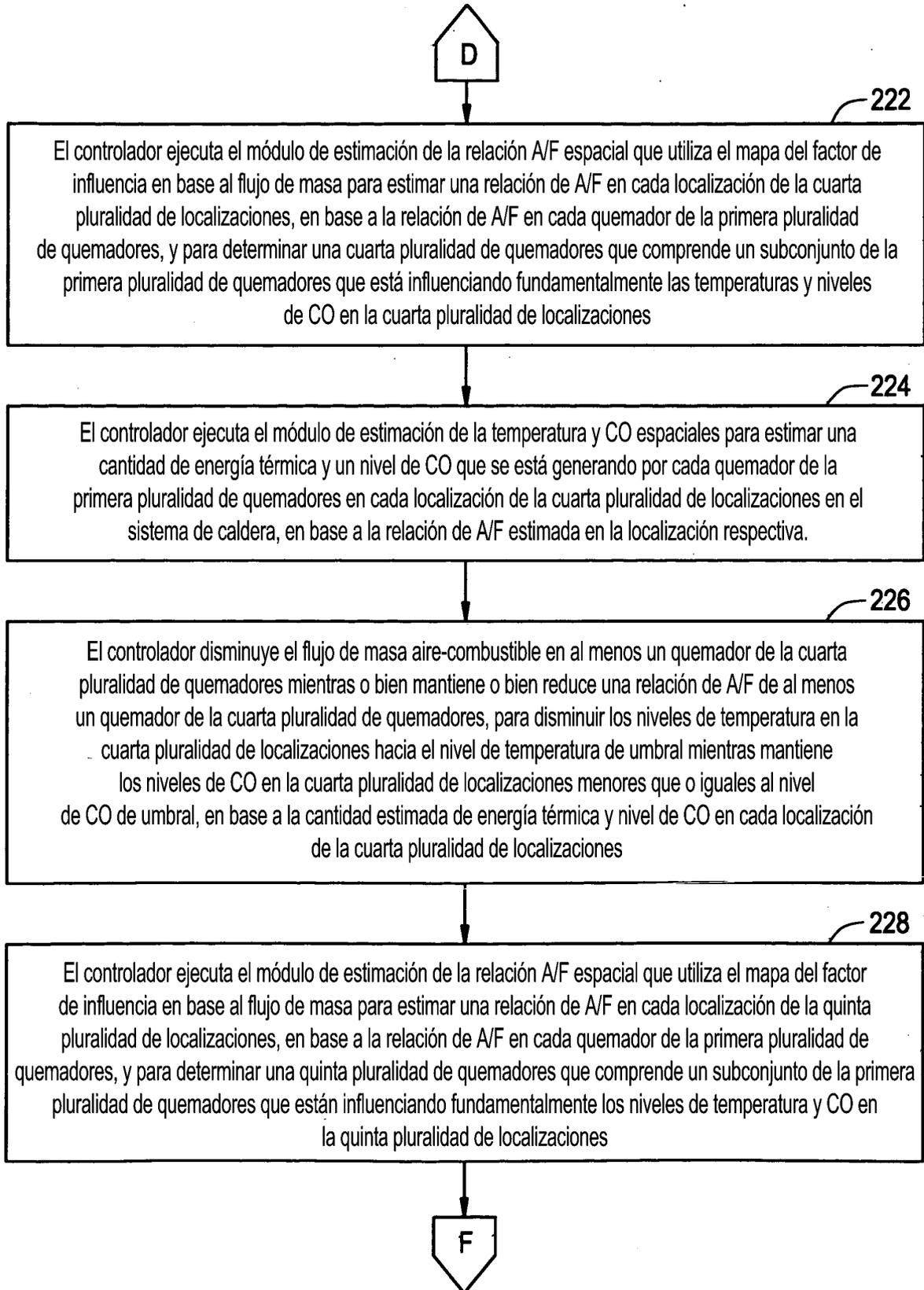


FIG. 7

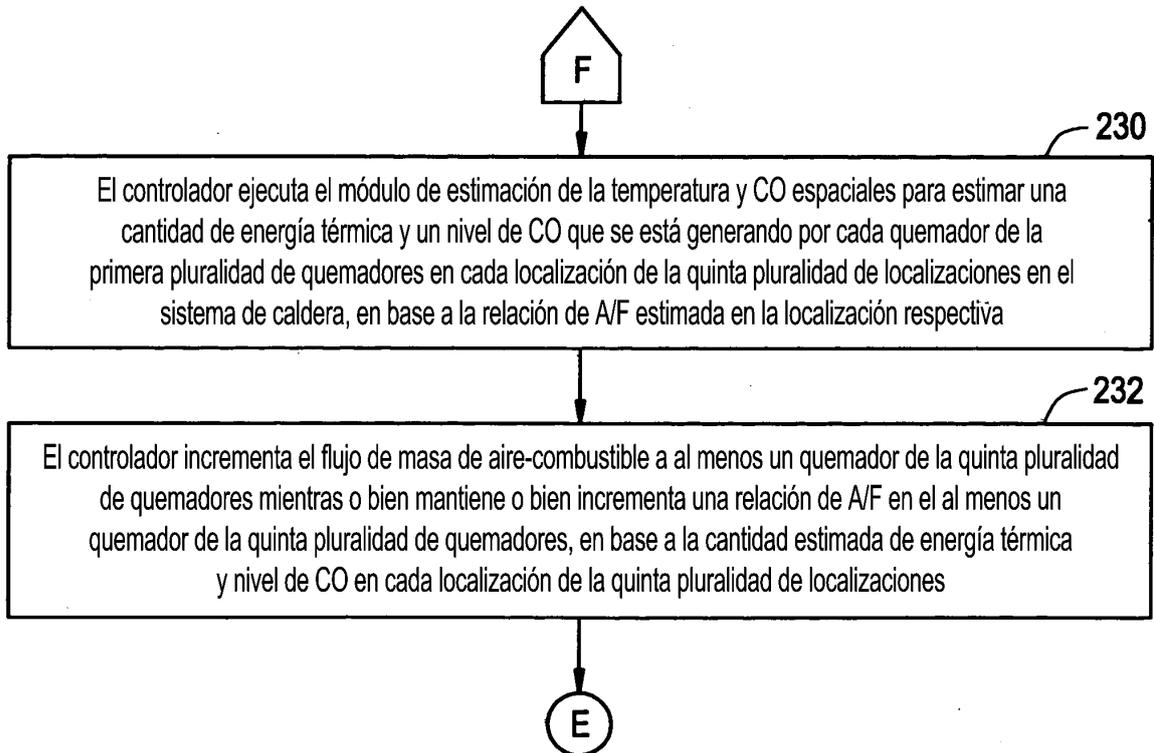


FIG. 8

