

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 550**

51 Int. Cl.:

**F27D 21/00** (2006.01)  
**G01S 13/08** (2006.01)  
**G01S 13/88** (2006.01)  
**B22D 2/00** (2006.01)  
**F27B 3/08** (2006.01)  
**G01B 7/02** (2006.01)  
**G01S 7/03** (2006.01)  
**G01F 23/284** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2011 E 11774221 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2564141**

54 Título: **Medida del nivel del banco de carga de un horno metalúrgico**

30 Prioridad:

**26.04.2010 US 328023 P**

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

**06.09.2016**

73 Titular/es:

**HATCH LTD (100.0%)  
2800 Speakman Drive Sheridan Science &  
Technology Park  
Mississauga, Ontario L5K 2R7, CA**

72 Inventor/es:

**SADRI, AFSHIN;  
SHAMELI, EHSAN;  
VENDITTI, ROBERTO;  
KEPES, ANDREI;  
GERRITSEN, TERRY;  
SOUTHALL, SEAN y  
UYEDA, BRUCE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 581 550 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**

Medida del nivel del banco de carga de un horno metalúrgico

Campo

5 Los modos de realización descritos se refieren a la medida del nivel de material contenido en un horno metalúrgico y un sistema de control del horno relacionado.

Antecedentes

10 Los hornos metalúrgicos son usados para procesar material de alimentación para separar metales y otros materiales en los materiales de alimentación en mata y escoria. Diversos factores, incluyendo la velocidad a la que se introduce el material de alimentación en un horno, la velocidad media a la que los materiales de mata y escoria se extraen del horno, el funcionamiento de los electrodos y los sistemas de control para el equipo de fundido pueden variarse para controlar el proceso de convertir el material de alimentación en mata y en escoria. Puede que sea deseable monitorizar la cantidad de material de alimentación en el horno metalúrgico para controlar alguno de estos factores y otros factores en el funcionamiento del horno metalúrgico.

15 US 5148177 A divulga un método para monitorizar una capa de material de alimentación en un horno metalúrgico. US 5643528 A divulga un sistema de control de alimentación para un horno metalúrgico.

Resumen

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de monitorización de una capa de material de alimentación en un horno metalúrgico según la reivindicación 1.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de control de alimentación para un horno metalúrgico que contiene una capa de material de alimentación de acuerdo con la reivindicación 13.

25 En un primer aspecto, algunos modos de realización de la invención proporcionan un sistema para monitorizar un nivel de la capa de material de alimentación contenido en un horno metalúrgico incluyendo al menos un sensor sin contacto para detectar la distancia entre la capa de material de alimentación y una posición de referencia. El al menos un sensor está situado por encima de la capa de material de alimentación. El sistema también incluye un controlador del proceso conectado con posibilidad de comunicación a el al menos un sensor para emitir una señal de control basándose en la distancia detectada.

30 En algunos ejemplos, el al menos un sensor incluye al menos un transmisor situado por encima del material de alimentación. El sensor tiene una línea de visión sin obstáculos a la capa de material de alimentación contenida en el horno. El al menos un transmisor está configurado para proyectar una señal electromagnética hacia la capa de material de alimentación. El sensor también incluye al menos un receptor posicionado para recibir una reflexión de la señal electromagnética desde una superficie de la capa de material de alimentación. El sensor es operable para determinar la distancia detectada.

En algunos ejemplos, al menos un sensor está montado de forma fija en relación con el horno.

35 En algunos ejemplos, el horno comprende una pluralidad de tomas de alimentación y al menos un sensor está colocado próximo a al menos una pluralidad de las tomas de alimentación.

En algunos ejemplos, el horno comprende una pluralidad de tomas de electrodos y al menos un sensor está colocado próximo a la al menos una pluralidad de tomas de electrodos.

40 En algunos ejemplos, el al menos un sensor comprende una pluralidad de sensores cada uno de ellos generando al menos una distancia detectada correspondiente y el controlador del proceso está configurado para generar la señal de control en base a una pluralidad de distancias detectadas.

En algunos ejemplos, el controlador del proceso está configurado para procesar la pluralidad de distancias detectadas para proporcionar una topografía de la superficie de una superficie de la capa de material de alimentación.

45 En algunos ejemplos, el sistema también incluye una pantalla conectada, con posibilidad de comunicación, al controlador para visualizar al menos una cualquiera de la pluralidad de distancias detectadas y la topografía de la superficie.

En algunos ejemplos, la pantalla está alejada del horno.

- En algunos ejemplos, el controlador del proceso está configurado para comparar la topografía de la superficie con una topografía de superficie predeterminada y para proporcionar una señal saliente de la superficie basándose en la comparación.
- 5 En algunos ejemplos, el controlador del proceso está configurado para emitir una pluralidad de señales de control, estando basada cada señal de control en una correspondiente de la pluralidad de distancias detectadas.
- En algunos ejemplos, cada sensor comprende un sensor de radar.
- En algunos ejemplos, el sistema también incluye una carcasa de protección que rodea a cada sensor.
- En algunos ejemplos, cada carcasa de protección comprende una jaula de Faraday para proporcionar blindaje electromagnético.
- 10 En algunos ejemplos, el sistema también incluye un blindaje contra la radiación térmica entre cada sensor y la capa de material de alimentación para inhibir la transferencia de calor entre el sensor y la capa de material de alimentación.
- En algunos ejemplos, el blindaje de radiación térmica es sustancialmente transparente a la señal electromagnética y a la reflexión.
- 15 En algunos ejemplos, cada sensor está situado por encima de una abertura correspondiente en un techo del horno, proporcionando la abertura la línea de visión sin obstáculos a la capa de material de alimentación.
- En algunos ejemplos, la posición de referencia es una posición de montaje conocida del sensor.
- En algunos ejemplos, el controlador es operable para generar la señal de control en tiempo real.
- 20 En algunos ejemplos, el controlador del proceso está conectado con posibilidad de comunicación a un actuador de alimentación y está configurado para generar una señal de control de alimentación para regular automáticamente una velocidad de alimentación del material de alimentación basándose en la señal de control de alimentación.
- En algunos ejemplos, el controlador del proceso está conectado con posibilidad de comunicación a un actuador de electrodos y está configurado para generar una señal de control de electrodo para mover automáticamente un electrodo desde una primera posición a una segunda posición basándose en la señal de control del electrodo.
- 25 En algunos ejemplos, el controlador del proceso está conectado con posibilidad de comunicación a un regulador de suministro de energía del electrodo y está configurado para generar una señal de control de electrodo para regular automáticamente la energía suministrada a un electrodo basándose en la señal de control de electrodo.
- 30 En algunos ejemplos, el al menos un sensor está apoyado de forma móvil para permitir que el al menos un sensor detecte una primera distancia detectada cuando el sensor está en una primera posición y detecte una segunda distancia detectada cuando el sensor está en una segunda posición.
- En algunos ejemplos, el al menos un sensor es operable para detectar una pluralidad de distancias detectadas correspondientes a una pluralidad de localizaciones en una superficie de la capa de material de alimentación.
- En algunos ejemplos, el controlador del proceso está configurado para recibir y procesar los datos a partir de al menos un sensor térmico.
- 35 En algunos ejemplos, el al menos un sensor es posicionable para detectar una segunda distancia detectada entre una segunda capa de material y la posición de referencia.
- En algunos ejemplos, el al menos un sensor incluye un primer sensor colocado para detectar la distancia detectada y un segundo sensor colocado para detectar una segunda distancia detectada entre una segunda capa de material y la posición de referencia.
- 40 En algunos ejemplos, el al menos un receptor comprende al menos dos receptores y el al menos un transmisor está conectado con posibilidad de comunicación a cada uno de los al menos dos receptores.
- 45 De acuerdo con un segundo aspecto, algunos modos de realización de la invención proporcionan un método de control de una capa de material de alimentación en un horno metalúrgico que incluye las etapas de a) proporcionar al menos un sensor sin contacto situado por encima de la capa de material de alimentación contenida en el del horno mientras que el horno está en uso; b) detectar una distancia detectada entre una superficie de la capa de material de alimentación y una posición de referencia mediante el sensor; c) proporcionar un controlador del proceso

conectado con posibilidad de comunicación al sensor para generar una señal de control basándose en la distancia detectada; y d) emitir la señal de control.

5 En algunos ejemplos, la etapa a) comprende proporcionar al menos un transmisor en una posición fija por encima de la capa de material de alimentación y proporcionar al menos un receptor sobre la capa de material de alimentación; y la etapa b) comprende proyectar una señal electromagnética desde el transmisor hacia una superficie de la capa de material de alimentación, recoger un reflejo de la señal electromagnética de una superficie de la capa de material de alimentación utilizando el receptor y comparar la señal electromagnética con la de reflexión.

10 En algunos ejemplos, el método también incluye la etapa de utilizar el controlador del proceso para controlar al menos una de las velocidades de suministro de material de alimentación, una posición de electrodo y un suministro de energía del electrodo basándose en la señal de control.

En algunos ejemplos, la etapa de controlar al menos una de las velocidades de suministro de material de alimentación, la posición del electrodo y el suministro de energía del electrodo basándose en la señal de control se lleva a cabo automáticamente por el controlador del proceso sin intervención del usuario.

15 En algunos ejemplos, al menos las etapas de comparación de la señal electromagnética con la de reflexión y la emisión de la señal de control se realizan mediante controlador en tiempo real.

En algunos ejemplos, el método también incluye la etapa de proporcionar una pantalla y de generar una salida de la pantalla basándose en la señal de control.

20 En algunos ejemplos, la etapa a) comprende proporcionar una pluralidad de transmisores sobre la capa de material de alimentación, la etapa b) comprende proporcionar una pluralidad correspondiente de receptores por encima de la capa de material de alimentación, y determinar una distancia detectada correspondiente a cada transmisor.

En algunos ejemplos, la etapa c) comprende proporcionar una pluralidad de señales de control, basándose cada señal de control en una distancia detectada.

En algunos ejemplos, la etapa c) comprende generar una topografía de la superficie basándose en la pluralidad de distancias detectadas y generar una señal de control de superficie basándose en la topografía de la superficie.

25 En algunos ejemplos, la superficie es una superficie superior de una capa de material de alimentación contenida en el horno.

En algunos ejemplos, el método también incluye la etapa de colocar el al menos un sensor en una segunda posición para detectar una segunda distancia detectada entre una segunda posición en la superficie y la posición de referencia.

30 En algunos ejemplos, el método también incluye la etapa de colocar el al menos un sensor en una segunda posición para detectar una segunda distancia detectada entre una segunda capa de material y la posición de referencia.

35 De acuerdo con un tercer aspecto, algunos modos de realización de la presente invención proporcionan un sistema de control de alimentación para un horno metalúrgico que contiene una capa de material de alimentación, el sistema de control de alimentación incluye al menos un sensor sin contacto para detectar una distancia entre una superficie de la capa de material de alimentación y una posición de referencia. El sensor se coloca por encima de la capa de material de alimentación. El sistema también incluye un controlador del proceso conectado con posibilidad de comunicación a el al menos un sensor y configurado para emitir una señal de control basándose en la distancia. El sistema también incluye al menos un actuador de suministro de alimentación conectado con posibilidad de comunicación al controlador para regular automáticamente un flujo de material de alimentación en el horno  
40 basándose en la señal de control.

45 En algunos ejemplos, el al menos un sensor incluye al menos un transmisor situado de manera fija por encima de la capa de material de alimentación y que tiene una línea de visión sin obstáculos a la capa de material de alimentación. El al menos un transmisor está configurado para proyectar una señal electromagnética hacia la capa de material de alimentación. El sensor también incluye al menos un receptor situado de forma fija para recibir una reflexión de la señal electromagnética desde una superficie de la capa de material de alimentación.

50 De acuerdo con un cuarto aspecto, algunos modos de realización de la presente invención proporcionan un horno metalúrgico que incluye un recipiente del reactor para contener una capa de material de alimentación y al menos un sensor sin contacto montado en el recipiente del reactor. El sensor está posicionado para tener una línea de visión sin obstáculos a la capa de material de alimentación contenida en el horno. El sensor es operable para detectar una distancia detectada entre una superficie de la capa de material de alimentación y el sensor.

En algunos ejemplos, el horno también incluye un controlador del proceso conectado con posibilidad de comunicación a el al menos un sensor. El controlador del proceso es operable para generar y emitir una señal de control basándose en la distancia detectada.

5 En algunos ejemplos, el horno también incluye al menos una toma de alimentación y al menos un actuador de suministro de alimentación para regular un flujo de material de alimentación a través de al menos una toma de alimentación. El al menos un actuador de suministro de alimentación está conectado con posibilidad de comunicación al controlador del proceso para regular automáticamente un flujo de material de alimentación en el horno basándose en la señal de control.

10 En algunos ejemplos, el horno también incluye al menos un electrodo recibido de forma móvil dentro de una toma de electrodo correspondiente y al menos un actuador de electrodo operable para trasladar el electrodo con respecto al recipiente del reactor. Cada actuador de electrodos está conectado con posibilidad de comunicación al controlador del proceso para trasladar el al menos un electrodo basándose en la señal de control.

15 De acuerdo con un quinto aspecto, algunos modos de realización de la presente invención proporcionan un sistema para monitorizar un nivel de una capa de material contenido en un horno metalúrgico que incluye al menos un sensor sin contacto para detectar una distancia entre la capa de material y una posición de referencia. El al menos un sensor se coloca por encima de la capa de material. El sistema también incluye un controlador del proceso conectado con posibilidad de comunicación a el al menos un sensor para emitir una señal de control basándose en la distancia detectada.

20 De acuerdo con un sexto aspecto, algunos modos de realización de la presente invención proporcionan un método para controlar una velocidad de alimentación a la que se suministra el material de alimentación a un horno metalúrgico. El método incluye las etapas de: a) obtener un nivel del banco de carga; b) obtener un nivel de escoria; c) comparar el nivel del banco de carga y el nivel de escoria para determinar una altura del banco de carga; d) comparar la altura del banco de carga con una pluralidad de valores de altura aceptables predeterminados; y e) ajustar al menos una de las velocidades de alimentación y una energía del electrodo basándose en la comparación de la etapa d).

25 Breve descripción de los dibujos

Un modo de realización preferido de la presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos, en los cuales:

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un horno metalúrgico;

30 La figura 2 es una representación esquemática de otro ejemplo de un horno metalúrgico;

La figura 3 es una representación esquemática de otro ejemplo de un horno metalúrgico;

La figura 4 es una vista isométrica de un ejemplo de un horno metalúrgico;

La figura 5 es una vista en sección parcial de una parte de un techo de un horno metalúrgico con un sensor montado en el techo;

35 La figura 6 es una representación esquemática de un ejemplo de un horno metalúrgico;

La figura 7 es una representación esquemática de un ejemplo de un horno metalúrgico;

La figura 8 es una representación esquemática de un ejemplo de un horno metalúrgico;

La fig. 9 es un diagrama de un sistema de control para un horno metalúrgico;

40 La Figura 10 es una representación esquemática de un ejemplo de un horno metalúrgico y un sistema de control para el horno;

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método de operación de un sistema de control para un horno metalúrgico;

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un método de operación de un sistema de control para un horno metalúrgico;

45 La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un método de operación de un sistema de control para un horno metalúrgico; y

La figura 14 es un diagrama de otro ejemplo de un sistema de control para un horno metalúrgico.

Por razones de simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos mostrados en las figuras no se han dibujado a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar exageradas con relación a otros elementos para una mayor claridad. Además, donde se considere apropiado, las referencias numéricas pueden repetirse entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

Descripción de realizaciones de ejemplo

Varios aparatos o procesos se describirán a continuación para proporcionar ejemplo de modos de realización de cada invención reivindicada. Los modos de realización descritos no limitan cualquier invención reivindicada y cualquier invención reivindicada pueden cubrir procesos o aparatos que no se describen a continuación. Las invenciones reivindicadas no se limitan a aparatos o procesos que tengan todas las características de uno cualquiera de los aparatos o procesos descritos a continuación o a las características comunes a múltiples o a todos los aparatos descritos a continuación.

Con referencia primero a la figura 1, la cual es una representación esquemática de un horno metalúrgico, por ejemplo un horno 100, que tiene una superficie inferior, al menos una superficie lateral y una superficie superior que cooperan para definir un recipiente 108 de horno o reactor para contener material que está siendo fundido en el horno. El horno 100 incluye un sensor 110 que se utiliza para determinar la posición o el nivel del material en el horno, con respecto al sensor 110. Basándose en el nivel del material en el horno, se puede modificar uno o más parámetros de funcionamiento del horno, incluyendo, por ejemplo, la velocidad a la que se introduce material adicional en el recipiente del reactor y la velocidad a la que se extrae material del recipiente del reactor. Opcionalmente, el sensor 110 puede ser conectado con posibilidad de comunicación a los instrumentos, actuadores y controladores adecuados para que los parámetros de funcionamiento puedan ajustarse automáticamente basándose en el nivel del material, sin requerir la intervención o la entrada de un operador humano.

En los ejemplos descritos en el presente documento, los sensores 110 están conectados de forma permanente o de forma fija al horno 100 en sus posiciones operativas, de forma que los sensores 110 pueden llevar a cabo mediciones en curso mientras el horno está en uso, en lugar de ser solamente colocado temporalmente sobre el horno para una medición una sola vez. Por lo tanto, los sensores 110 están configurados para soportar las condiciones de operación esperadas del horno. Mientras que cualquier sensor dado puede ser móvil o posicionable con respecto al horno 100 (es decir pivotable, giratorio, desplazable), los sensores 110 están conectados de forma fija al horno, de modo que los sensores permanecen en su posición de funcionamiento mientras que el horno está en uso. Se entiende que los sensores instalados de forma permanente, incluso se pueden eliminar de forma temporal o separarse para su inspección, mantenimiento y reemplazo.

En la figura 1, la superficie inferior del reactor 100 está provista de un crisol 102, la superficie lateral queda proporcionada por las paredes 104 laterales y la superficie superior queda proporcionada por el techo 106 del reactor. En conjunto, estos elementos definen el recipiente 108 del reactor. El techo 106 del reactor incluye al menos una toma 112 de alimentación, a través de la cual, se puede introducir el material a fundir o material de alimentación en el recipiente 108 del reactor. El flujo o suministro de material de alimentación en el recipiente 108 del reactor se representa esquemáticamente en las figuras mediante la pluralidad de flechas 114. El material de alimentación puede ser cualquier material adecuado para ser fundido en el horno 100, incluyendo, por ejemplo, mineral, metal y similares.

Cuando el horno 100 está en uso, el material de alimentación se funde para formar un fluido generalmente fundido o en suspensión el cual puede incluir una gran variedad de diferentes componentes. Se entiende que las diferencias relativas en la densidad de tales componentes puede dar lugar a una estratificación predecible de múltiples capas del material en el recipiente 108 del reactor. En el ejemplo ilustrado, el material en el recipiente 108 del reactor contiene una capa de material de producto fundido, el cual es el producto final deseado de la operación de fundición. Dependiendo de la naturaleza del material de alimentación suministrado al horno 100, el material de producto fundido se conoce comúnmente como una fase de metal o una fase de mata. Se entiende que los sensores y los sistemas de control descritos se pueden utilizar en hornos que contienen, ya sea una fase de metal fundido o una fase de mata fundida. Por simplicidad, los ejemplos descritos aquí se refieren a una fase de mata fundida que forma una capa 116 de mata, pero se entiende que, alternativamente, una fase de metal fundido puede estar presente en cualquiera de los ejemplos descritos en este documento. La capa 116 de mata define una profundidad de la capa de mata o espesor 117 medible.

Flotando por encima de la capa 116 de mata hay una capa 118 de escoria. La capa 118 de escoria se forma a partir de material que define una fase de escoria, la cual puede incluir una combinación de impurezas, elementos fundidos más ligeros (posiblemente comprendiendo composiciones metálicas diferentes) y otros subproductos producidos cuando se funde el material de alimentación. En algunos ejemplos, la capa 118 de escoria contiene generalmente compuestos no deseados o indeseables y se retira del recipiente 108 de reacción por separado de la fase de mata. La capa 118 de escoria define una profundidad 119 de la capa de escoria.

Con el tiempo, en algunos modos de realización, partes de la fase de mata en la capa 116 de mata pueden solidificarse, o congelarse, y formar partículas de mata sólidas que son más densas que la fase de mata, y por lo tanto tienden a asentarse en el fondo del recipiente 108. Tales partículas de mata sólidas pueden recogerse en la parte inferior del recipiente 108 y pueden formar una capa 127 de acumulación, que tiene una profundidad 123 de capa acumulada.

5

Mientras que las interfases entre cada uno de estos niveles se ilustra esquemáticamente como una línea recta para mayor comodidad y claridad, se entiende que dichas interfases no pueden ser definidas por un solo plano, plano, sino que pueden variar a través de la superficie del recipiente 108 y pueden definir la interfase de subcapas que incluye una mezcla de fases adyacentes (por ejemplo una mezcla de fases de escoria y de mata entre la capa 118 de escoria y la capa 116 de mata). Estas subcapas de interfase tienen típicamente un espesor medible.

10

Cuando el horno 100 está en uso, el material 114 de alimentación entrante se puede añadir a un recipiente 108 de reacción que ya contiene una combinación de material de mata fundida y de material de escoria. A medida que el material de alimentación está expuesto a las temperaturas de funcionamiento del horno, por ejemplo en algunos hornos esa temperatura puede estar entre 1500-1700 grados Celsius, el material de alimentación puede ser consumido para producir mata adicional y material de escoria. Si la velocidad a la que se introduce el material de alimentación en el recipiente 108 del reactor supera la velocidad a la que se consume el material de alimentación contenido en el recipiente 108 del reactor (es decir, transformado en mata y en material de escoria) una capa de material de alimentación, la cual se ilustra esquemáticamente como capa 120 de material de alimentación, se puede acumular en una condición no fundida por encima de la capa 118 de escoria. La capa de material de alimentación acumulada también se describe como un banco 120 de carga, y la distancia entre la interfase de la fase de material de alimentación – escoria, o la interfase 124 de alimentación/escoria, y la parte superior o superficie expuesta de la capa 126 de material de alimentación define una profundidad de capa de material de alimentación o una altura 121 del banco de carga. La distancia entre la interfase 124 de alimentación/escoria y el techo 106 del horno (u otra posición de referencia que se utiliza para determinar el nivel 128 del banco de carga, descrita a continuación) define un nivel 125 de escoria.

15

20

25

La distancia entre la superficie 126 superior del banco 120 de carga y un punto predeterminado o punto de referencia en el reactor 100, por ejemplo un punto en el techo 106, define un nivel 128 del banco de carga, también denominado aquí como una altura de francobordo.

Para determinar el nivel o la profundidad 130 total del material contenido en el recipiente 108 del reactor y/o el nivel 128 del banco de carga, se puede un sensor 110 colocar por encima del material en el horno 100 para medir o detectar una distancia entre la superficie 126 superior del banco 120 de carga y el sensor 110, representada en la figura 1 como distancia 132 detectada.

30

En algunos ejemplos, el nivel 128 del banco de carga se puede calcular basándose en la distancia 132 detectada. Por ejemplo, el sensor 110 se puede montar en el techo 106 en una posición conocida de modo que la posición del sensor 110 con relación a las paredes del recipiente 108 del reactor se conoce. En este ejemplo, el nivel 128 del banco de carga se puede calcular mediante la comparación o la combinación de la distancia 132 detectada con la posición conocida del sensor 110 con relación al recipiente 108. Opcionalmente, los sensores 110 pueden estar situados para que la distancia 132 detectada sea mayor o menor que el nivel 128 del banco de carga, véase la figura 3.

35

En otros ejemplos, como se ejemplifica en la figura 2, el sensor 110 puede estar situado en uno de los puntos de referencia del horno 100, para que la distancia 132 detectada coincida con el nivel 128 del banco de carga, de modo que puede que no sean necesarios cálculos adicionales para determinar el nivel 128 del banco de carga.

40

El sensor 110 está conectado con posibilidad de comunicación a un controlador, por ejemplo un controlador 138 del proceso. La conexión entre el sensor 110 y el controlador 138 del proceso puede ser una conexión unidireccional (permitiendo que los datos sean enviados desde el sensor 110 al controlador 138 del proceso) o una conexión bidireccional (que permite que los datos se envíen desde el sensor 110 al controlador 138 del proceso y del controlador 138 del proceso al sensor 110). Opcionalmente, el controlador 138 del proceso puede estar configurado para controlar el funcionamiento del sensor 110 y para recibir información, incluyendo la distancia 132 detectada, desde el sensor 110. El controlador 138 del proceso puede entonces generar una o más señales salientes o de control que se pueden utilizar para proporcionar retroalimentación a los usuarios de manera que un operador puede tomar una acción apropiada (es decir, como un sistema de control en bucle abierto) o controlar automáticamente uno o más otros aspectos o parámetros de funcionamiento del reactor, como se explica en detalle a continuación (es decir, como un sistema de control de bucle cerrado). El controlador 138 del proceso puede estar conectado al sensor 110 utilizando cualquier cable o conector adecuado que pueda soportar las condiciones de operación esperadas del horno 100.

45

50

55

Haciendo referencia a la figura 2, un ejemplo de un horno 100, un horno de arco eléctrico, incluye un recipiente 108 del reactor que contiene una capa 116 de mata, una capa 118 de escoria y un banco 120 de carga. El techo 106 del horno 100 incluye una par de tomas 112 de alimentación para recibir un suministro de material 114 de alimentación y

una toma 140 de electrodo para recibir un electrodo 142 correspondiente. El electrodo 142 puede ser cualquier electrodo adecuado conocido en el estado de la técnica, y puede ser recibido de forma móvil dentro de la toma 140 de electrodo, de manera que la posición vertical del electrodo 142 se puede ajustar, por ejemplo, basándose en la cantidad de material en el recipiente 108 del reactor, utilizando cualquier actuador de electrodo adecuado, representado esquemáticamente como un módulo 144 de actuador de electrodo.

Cada toma 112 de alimentación puede ser suministrada con el material de alimentación usando cualquier conducto material de alimentación adecuado, por ejemplo el conducto 146, conocido en el estado de la técnica. En el ejemplo ilustrado, el conducto 146 de material de alimentación incluye un regulador de suministro de alimentación para controlar o regular el flujo de material de alimentación en el recipiente 108 del reactor. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 2, un ejemplo de un regulador de suministro de alimentación incluye una compuerta 150 de alimentación que es accionada por el actuador 152 de compuerta que se utiliza para constreñir físicamente, y opcionalmente bloquear completamente, el conducto 146 de alimentación.

Como se añade material de alimentación a través de las tomas 112 de alimentación, puede tender a acumularse debajo de las tomas 112 de alimentación y luego se dispersa a las otras partes del recipiente 108 del reactor cuando se añade material de alimentación adicional. En la figura 2, la superficie 126 superior del banco 120 de carga se ilustra como que tiene una forma en pendiente o en general de cono o pirámide, que tiene una altura 121 del banco de carga o espesor por debajo de la toma 112 de alimentación que es mayor que la altura 121 del banco de carga en otros lugares, por ejemplo próximos al electrodo 142 como se ilustra.

En el ejemplo ilustrado, el banco 120 de carga se muestra como que tiene una altura 121 del banco de carga deseada. En este estado, la superficie 126 superior se muestra como estando en una posición relativa deseada de la parte superior de la capa 118 de escoria, la interfase 124 alimentación/escoria, ilustrada mediante líneas de trazos en el lado derecho de la figura 2, la superficie 126' superior representa un estado sobrealimentado (en el que el banco 120 de carga se ha acumulado hasta una altura 121' no deseada como resultado de material de alimentación que se alimenta en el horno 100 más rápido de lo que puede ser consumido). A medida que el material de alimentación continúa acumulándose, la superficie 126' puede elevarse por encima de una posición de funcionamiento deseada dentro del recipiente 108 del reactor, lo cual se traduce en una distancia 132' detectada que es menor que un nivel 128 del banco de carga deseado. En algunos hornos, un banco de carga, que tiene una mayor altura 121 del banco de carga, actúa como un aislante térmico que reduce la transferencia de calor desde las fases de escoria y de mata a la región de francobordo (la región entre la superficie 126 del banco de carga y el techo del horno). Esta disminución de la transferencia de calor puede provocar un sobrecalentamiento del material en el horno, lo que puede conducir a la formación de costras en la superficie 126 del banco de carga y puede reducir la eficiencia de la fundición. Como se explica en mayor detalle a continuación, el controlador 138 del proceso puede estar vinculado tanto a los sensores 110 como al actuador 152 de la compuerta, de modo que cuando los sensores 110 detectan una condición de alimentación, es decir, cuando la altura 121 del banco de carga se ha incrementado más allá de un umbral predeterminado, el flujo de material de alimentación en el horno se puede restringir de forma automática, sin necesidad de intervención del operador.

También en la figura 2, la superficie 126'' superior representa una condición de subalimentado (en el que la altura 121 del banco de carga se ha reducido a una altura no deseada como resultado del material de alimentación que se alimenta en el horno 100 más lentamente de lo que se puede consumir). Una altura 121 del banco de carga menor que la deseada, como ocurre cuando el reactor está en condiciones de subalimentación, puede resultar en puntos calientes en el techo 106 del horno y en la reducción de la eficiencia de la fundición como resultado de una pérdida de calor más alta de lo esperado (debido a la ausencia del efecto aislante del banco 120 de carga). En este ejemplo, una distancia detectada entre el sensor 110 y la superficie 126'' superior excedería la distancia 132 deseada o esperada.

Además de las variaciones en la velocidad de alimentación, la posición de la superficie 126 con respecto al sensor 110, es decir, la distancia 132 detectada, puede variar en base a otras operaciones del horno. Por ejemplo, la distancia entre la superficie 126 y el sensor 110 puede aumentar (es decir, el nivel 128 del banco de carga puede aumentar) cuando el horno está siendo sangrado debido a que la cantidad global de material en el horno se reduce. En otros casos, el nivel 128 del banco de carga puede disminuir (es decir, la superficie 126 puede moverse hacia el sensor 110) si el horno está demasiado lleno. Si la superficie 126 alcanza una posición predeterminada dentro del horno, por ejemplo dentro de 1 m del techo 106, la distancia 132 detectada puede disminuir por debajo de una condición de umbral de alarma predeterminado y el controlador 138 del proceso puede generar una condición de alarma y/o una señal de control basándose en la condición de alarma. Opcionalmente, el controlador 138 del proceso puede ser configurado para desconectar automáticamente el horno.

En cualquier ejemplo, cuando la distancia 132 detectada real se diferencia de una distancia 128 esperada o deseada, o si la altura 121 del banco de carga se diferencia de un intervalo deseado de alturas, el controlador 138 del proceso puede ser operable para controlar el actuador 152 de compuerta para ajustar automáticamente la velocidad de suministro de material de alimentación de una manera apropiada, por ejemplo aumentando la velocidad de suministro cuando el reactor 100 es subalimentado, y disminuyendo la velocidad de suministro cuando el reactor 100 es sobrealimentado o se acerca o sobrepasa un umbral de alarma.



Haciendo referencia a las figuras 2, 6, 7 y 8, un ejemplo de un sensor 110 que es adecuado para su uso en combinación con el horno 100 es un sensor 110 de radar que emite y recibe señales electromagnéticas. Los sensores de radar, y los principios de funcionamiento de los sensores de radar existentes son conocidos en el estado de la técnica y sólo se explicará brevemente a continuación.

- 5 Cuando se configura como un sensor 110 de radar, cada sensor 110 incluye al menos una parte de transmisor para generar y proyectar una señal electromagnética (por ejemplo, un pulso de microondas o una señal de microondas continua) y al menos una parte de receptor correspondiente para recibir señales electromagnéticas entrantes.

10 Las señales electromagnéticas salientes (o señales EM) generadas por los sensores 110 se proyectan hacia el material en el reactor 100, por ejemplo hacia la superficie 126 superior. Las señales viajan a una velocidad conocida y tienen otras propiedades conocidas (incluyendo la frecuencia de la señal y la magnitud de la señal). En los presentes ejemplos, las señales electromagnéticas salientes se ilustran mediante una pluralidad de flechas 154. Cuando las señales EM 154 saliente contactan a un objeto opuesto, tal como la superficie 126 superior, al menos una parte de las señales 154 saliente se refleja fuera de la superficie 126 superior y forma una señal entrante o reflejada EM, ilustrada en el presente documento usando una pluralidad de flechas 156 onduladas. La magnitud o energía de emisión de las señales EM 154 puede seleccionarse basándose en una variedad de factores, incluyendo, por ejemplo, las condiciones de funcionamiento de las plantas y las regulaciones de seguridad aplicables.

20 Haciendo referencia a la figura 2, cada sensor 110 puede proyectar una señal EM 154 saliente hacia una parte del banco 120 de carga que subyace a los sensores 110. La información recibida de cada sensor 110 es transmitida a un controlador adecuado en el sistema de control del horno, por ejemplo un controlador 138 del proceso, en el que se puede comparar con los parámetros de funcionamiento del horno predeterminados, incluyendo, por ejemplo, las alturas del banco de carga aceptables, las condiciones de umbral de alarma de nivel del banco de carga, las distancias detectadas deseadas u óptimas, un rango de distancias detectadas aceptables, y uno o más criterios de alarma que se almacenan en una memoria del sistema o base de datos. Basándose en los resultados de la comparación (o consulta), el controlador 138 del proceso puede generar una o más señales de control o salientes apropiadas.

30 Opcionalmente, los sensores 110 pueden estar configurados para emitir señales EM en un patrón generalmente cónico, representado por líneas 158 de trazos, que aumenta en diámetro a medida que se acerca al banco 120 de carga. La proyección de señales EM de esta manera puede permitir a cada sensor 110 determinar la posición de la superficie 126 superior a través de un área más grande (es decir, a través de una mayor proporción de la superficie total del material contenida en el recipiente 108). La detección de distancias a través de un área más grande puede permitir que el sensor 110 mida distancias 132 múltiples para la parte de la superficie 126 dentro de la proyección 158 cónica. Después de recopilar cada distancia 132, el controlador 138 del proceso, opcionalmente, se puede configurar para calcular el promedio de todas las distancias 132 y/o determinar una pluralidad de valores de distancia 132 detectada separada (por ejemplo, una distancia 132 detectada máxima y mínima dentro de un área de medición dada).

40 Mediante la comparación de las distancias 132 con la posición de la interfase 124 alimentación/escoria, el controlador 138 del proceso puede determinar una pluralidad de alturas 121 del banco de carga, incluyendo una altura máxima, una altura mínima y una altura media. El controlador 138 del proceso puede generar una señal de control basándose en la distancia 132 mínimas, máxima y media, la altura 121 del banco de carga mínima, máxima y media o cualquier combinación o subcombinación de los mismos.

45 Haciendo referencia a la figura 6, en algunos ejemplos del horno 100, un sensor 110 se puede montar de forma móvil en el horno 100, por ejemplo en el techo 106 del horno, usando cualquier aparato de montaje desplazable adecuado, incluyendo por ejemplo, una junta cardán. Utilizando una junta cardán, el sensor 110 puede pivotar y/o girar con relación al horno 100, permitiendo que cada sensor 110 tome múltiples mediciones en múltiples lugares. En algunos ejemplos, la junta cardán puede ser controlable por cualquier controlador adecuado, por ejemplo el controlador 138 del proceso, y puede estar programada para barrer el sensor 110 en un patrón predeterminado (o posiblemente aleatorio o pseudoaleatorio) para medir y registrar una pluralidad de distancias 132 detectadas en diferentes ubicaciones en la superficie 126 superior del banco 126 de carga. Como se describió anteriormente, la pluralidad de distancias 132 detectadas grabadas utilizando el sensor 110 móvil se pueden procesar para obtener una variedad de información diferente con respecto a los contornos o topografía de la superficie 126 superior (por ejemplo, la altura 121 promedio del banco de carga, altura del banco de carga máxima o mínima, etc.).

50 En algunos casos, la velocidad de consumo de material de alimentación en el horno de 100 aumenta en las porciones de del banco 120 de carga que rodean al(a los) electrodo(s) 142 en el horno 100. En tales casos, la altura 121 del banco de carga próximo a la electrodos 142 puede ser menor que la altura 121 del banco de carga en otros lugares dentro del horno 100.

55 En algunos ejemplos, como se ilustra en la figura 6, el material de alimentación que rodea a los electrodos 142 puede ser consumido por completo, creando una altura del banco de alimentación de cero, mientras que otros lugares en el recipiente 108 pueden tener aún una acumulación de material de alimentación que proporciona un

banco 120 de carga medible. Cuando el material de alimentación se ha consumido por completo, la superficie 176 superior de la capa 118 de escoria puede estar expuesta al francobordo y puede estar dentro de la línea de visión del sensor 110.

5 En estos ejemplos, el sensor 110 puede utilizarse para determinar la altura del banco de carga mediante la medición de la posición de la superficie 126 superior del banco 120 de carga, y para determinar el nivel de la capa 118 de escoria mediante la medición de la distancia entre la superficie 176 de la capa 118 de escoria y el sensor 110 (u otra referencia de posición). Las medidas tanto de la superficie 126 superior como de la superficie 176 superior de escoria pueden ser enviadas al controlador 138 del proceso para el procesamiento posterior tal como se describe en el presente documento.

10 Haciendo referencia a la figura 3, se ilustra un horno 100 mostrando ejemplos de posibles ubicaciones de montaje del sensor 110. Como se ilustra en el lado izquierdo de la figura 3, un sensor 110 se puede montar por encima del horno, por ejemplo por encima del techo 106, y no necesita estar acoplado directamente a ninguna parte del horno 100. En este ejemplo, el sensor 110 se puede montar en un soporte 162 de apoyo externo que se extiende desde, y/o está acoplado a, una estructura de soporte externa que se encuentra adyacente al horno 100, por ejemplo un  
15 techo de un edificio u otro recinto del horno, o una estructura de soporte independiente.

El sensor 110 puede estar situado en cualquier lugar deseado por encima del techo 106, y a cualquier altura por encima del techo 106, siempre que el sensor 110 está alineado con un orificio o abertura 164 en el techo 106 u otro dispositivo de horno (en este caso, la abertura se muestra como estando formada en una porción del conducto 142 de suministro de alimentación, opcionalmente en un la porción del conducto 142 que alberga la compuerta 150 de  
20 alimentación). Alineando el sensor 110 con una abertura 164 en el horno 100 se asegura que el sensor 110 tenga una línea de visión sin obstáculos al material contenido en el horno 100, por ejemplo, el banco 120 de carga. Proporcionar una línea de visión sin obstáculos significa que el camino entre el sensor 110 y el material en el horno 100 (es decir, el banco 120 de carga) está sustancialmente libre de obstáculos u objetos que interfieren materialmente con el funcionamiento deseado del sensor 110.

25 El sensor 110 montado encima del horno 100 puede estar montado de forma móvil, por ejemplo usando una junta cardán como se describe en el presente documento, para registrar las mediciones de distancia en múltiples ubicaciones en la superficie 126 superior. Alternativamente, o además, el sensor 110 puede ser móvil entre una pluralidad de posiciones que se corresponden con una pluralidad de aberturas 164 en el horno 100, permitiendo que el sensor 110 tome mediciones de distancia a través de cada una de la pluralidad de aberturas 164. Los sensores  
30 110 montados encima del horno 100 medirán una distancia 132 detectada que es mayor que el nivel 128 del banco de carga. Para determinar el nivel 128 del banco de carga, la distancia 132 detectada se puede comparar con la configuración conocida del horno 100, incluyendo la distancia relativa entre el sensor 110 y el techo 106 o de otra posición de referencia.

Haciendo referencia a la parte derecha de la figura 3, un sensor 110 se sitúa dentro del volumen interno o en el interior del recipiente 108 del reactor y es soportado mediante un soporte 166 de apoyo interno. El sensor 110 puede ser montado de forma móvil en el soporte 166 de apoyo interno usando una junta cardán, como se describió anteriormente, o en cualquier otro aparato adecuado que permita el pivotamiento y/o la rotación del sensor con respecto al soporte 166 de apoyo interno. Alternativamente, o además, el soporte 166 de apoyo interno se puede  
40 montar de forma móvil en el recipiente 108, por ejemplo en un carril o un sistema de pista (no mostrado) de modo que el soporte 166 de apoyo interno puede desplazarse verticalmente, como se indica mediante las flechas 168, y horizontalmente (es decir, en la página tal como se ve en la figura 3). El soporte 166 de apoyo interno también puede estar configurado para extenderse y contraerse, por ejemplo telescópicamente, como se ilustra mediante las flechas 170.

45 En ejemplos en los que la posición física del sensor 110 y del soporte 166 de apoyo interno pueda cambiar (en oposición a un simple pivotamiento o giro en su lugar) o bien el sensor 110, el controlador del proceso u otro módulo adecuado pueden ser configurados para tener en cuenta de forma automática la posición física del sensor 110 con respecto al recipiente 108 cuando se determina la distancia 132 detectada. Por ejemplo mediante la comparación de la posición vertical del soporte 166 de apoyo interno con la posición de referencia conocida para determinar una posición de una línea base y luego comparar la distancia 132 detectada con la posición de la línea base para  
50 determinar el nivel 128 del banco de carga con respecto a la posición de referencia.

Alternativamente, o además, las distancias detectadas a partir de una pluralidad de sensores 110 (ya sean sensores fijos o móviles) pueden ser compiladas o procesadas por cualquier ordenador o controlador adecuado, por ejemplo un controlador 138 del procesado, para proporcionar información sobre la topografía general de sustancialmente toda la superficie 126 superior (o al menos de las porciones de la superficie 126 superior que pueden medirse  
55 mediante uno o más sensores 110). La figura 4 ilustra un ejemplo de un horno 100 que tiene una pluralidad de sensores 110 montados en el techo 106 del horno. En este ejemplo, un sensor 110 se dispone próximo a cada toma 112 de alimentación, para controlar la altura del banco de carga debajo de cada toma 112 de alimentación, y una segunda pluralidad de sensores 110 situados próximos a cada toma 140 de electrodo, para controlar la altura del banco de carga alrededor de cada electrodo que se extiende en el interior del horno 100.

5 Cada uno de los sensores 110 en este ejemplo se puede conectar a un único controlador 138 del proceso que puede recibir y procesar las señales de cada sensor 110. Alternativamente, o además, una o más subcontroladores 160 (ilustrados mediante líneas discontinuas) pueden ser proporcionados para recoger los datos desde una parte de los sensores 110, por ejemplo la pluralidad de sensores próxima a las tomas 112 de alimentación, y luego transmitir, la información recogida o una señal saliente basándose en la información recogida, al controlador 138 del proceso primario. Aunque la ilustración incluye cuatro tomas 112 de alimentación y cuatro tomas 140 de electrodo, se entiende que el horno 100 de la figura 4 podría tener cualquier número deseado de tomas 112 de alimentación y de tomas 140 de electrodo (si fuera necesario). También se entiende que se pueden colocar sensores 110 adicionales en ubicaciones adicionales a lo largo del horno de 100 si se desea, o se podría utilizar un número mayor o menor de sensores 110 (de modo que no hay una relación 1:1, de tomas 112, 140 y sensores 110).

Haciendo referencia a la figura 7, en algunos ejemplos, cada sensor 110 puede incluir componentes de transmisor y receptor separados. Los componentes del transmisor pueden ser de cualquier transmisor o antena adecuada, incluyendo antenas de cuerno, parabólicas, de varilla y otros tipos de antenas.

15 Como se ejemplifica, el sensor 110 incluye un transmisor 172 y un par de receptores 174 separados aparte. En esta configuración, la señal EM 154 saliente desde el transmisor 172 puede producir una pluralidad de señales 156 reflejadas, y cada receptor 174 puede recibir una señal 156 reflejada diferente, que permite a cada receptor 174 detectar una distancia 132 diferente. Opcionalmente, el transmisor 172 puede ser móvil y puede emitir una serie de pulsos o señales 154 salientes con el fin de producir un número deseado de señales 156 reflejadas.

20 El transmisor 172 y los receptores 174 están conectados entre sí con posibilidad de comunicación y al controlador 138 del proceso.

En cualquiera de los ejemplos descritos en el presente documento, los transmisores (y opcionalmente los receptores), por ejemplo el transmisor 172 o la parte del transmisor de sensores 110 integrados, puede incluir una agrupación de antenas y cualquier otro componente adecuado, incluyendo guías de onda, filtros y procesadores de señal.

25 En algunos ejemplos, el sensor 110 puede estar configurado para medir la distancia a múltiples superficies o capas definidas en el material en el horno 100. Como se ejemplifica en la figura 8, el sensor 110 puede estar configurado para emitir una señal EM 154 saliente que se calibra o se modula específicamente para producir reflexiones 156a-c parciales predecibles como la señal EM que pasa a través de múltiples capas de material. En el ejemplo ilustrado se crea una primera reflexión 156a cuando las señales EM 154 contactan con la superficie 126 superior del banco 120. Esta reflexión 156a puede ser utilizada por el sensor 110 y/o controlador del proceso para determinar la altura del banco de carga.

30 Se crea una segunda reflexión 156b parcial cuando la señal EM 154 contacta con la superficie 176 superior de la capa 118 de escoria, que se define en la interfase entre el banco 120 de carga y la capa 118 de escoria. La segunda reflexión 156b parcial puede ser utilizada para calcular el nivel 176 de la interfase (con relación al sensor 110 o a un punto de referencia) y para calcular el espesor del banco 120 de carga.

35 Se crea una tercera reflexión 156c parcial cuando la señal EM 154 contacta con la interfase 178 entre la capa 118 de escoria y la capa 116 de mata. La tercera reflexión 156c parcial se puede usar para calcular el nivel de la interfase 178 (con relación a la sensor 110 o a un punto de referencia) y para calcular el espesor de la capa 118 de escoria.

40 El sensor 110 puede incluir varios receptores para recoger las reflexiones 156a-c parciales, o un único receptor que está configurado para recoger y descifrar cada reflexión 156a-c. Las reflexiones 156a-c parciales pueden aislarse basándose en varios factores, incluyendo la frecuencia y la atenuación utilizando métodos conocidos.

45 En cualquiera de los ejemplos descritos en el presente documento, la información recopilada a partir de cualquier pluralidad de sensores 100, opcionalmente en combinación con las aportaciones de otra instrumentación del horno, se puede utilizar para crear un mapa o perfil de la topografía de la superficie (es decir, una representación gráfica de la forma de la superficie 126 superior) que luego puede ser comparada con una o más topografías de la superficie preferida o deseada almacenada en una base de datos, en la memoria o en otro componente de sistema adecuado.

50 Opcionalmente, como se ejemplifica en las figuras 1, 2 y 5, el sensor 110 puede estar encerrado en una carcasa 134 que puede proteger opcionalmente el sensor 110 de la suciedad, el polvo, la ceniza y otras partículas contaminantes, así como proporcionar un grado deseado de blindaje térmico y electromagnético. La carcasa 134 puede estar provista de componentes adicionales y un equipo de monitorización para proteger y monitorizar el sensor 110. Por ejemplo, el interior de la carcasa 134 puede ser vaciada con un gas de refrigeración, por ejemplo aire, a través de la boquilla 184 que está conectada con la manguera 186 a un sistema de suministro de gas (no mostrado). El gas de refrigeración filtrado que se rocía en la carcasa 134 puede ayudar a enfriar el sensor 110 y puede reducir la acumulación de polvo y otros residuos dentro de la carcasa 134. Opcionalmente, la carcasa 134 puede configurarse para soportar cargas de presión esperadas que se pueden ejercer en la carcasa 134 durante el

funcionamiento normal del horno de 100 (por ejemplo, cuando el recipiente 108 del reactor se hace funcionar bajo condiciones de ligero vacío, o cuando se emiten gases relativamente a alta presión desde el material en el horno).

5 La carcasa 134 también puede equiparse con cualquier sensor 188 de temperatura adecuado (por ejemplo, un termopar o RTD) para permitir la monitorización remota de la temperatura interna de la carcasa 134. Opcionalmente, la información del sensor 188 de temperatura se puede suministrar al controlador 138 del proceso.

10 En algunos hornos 100, por ejemplo hornos de arco eléctrico, el sensor 110 montado en el recipiente 108 del reactor puede estar expuesto a niveles altos de energía electromagnética o señales que pueden interferir con el funcionamiento del sensor y de sus componentes electrónicos asociados. En estos ejemplos, como se ejemplifica en la figura 5, la carcasa 134 puede incluir componentes de blindaje electromagnético, incluyendo por ejemplo un blindaje Faraday o una jaula Faraday 180, para atenuar la magnitud de las señales electromagnéticas que llegan al sensor 110. Opcionalmente, tal blindaje electromagnético puede estar configurado para filtrar o detectar señales electromagnéticas en un primer espectro seleccionado, permitiendo al mismo tiempo que las señales electromagnéticas en un segundo espectro pasen relativamente inhibidas a través de la carcasa 134.

15 Alternativamente, o además, la carcasa 134 puede incluir uno o más elementos de blindaje contra la radiación térmica para proteger el sensor 110 de la radiación térmica emitida por el material contenido en el recipiente 108 del reactor. Opcionalmente, los elementos de blindaje contra la radiación térmica pueden ser movidos entre el sensor 110 y la superficie 126 superior del banco 120 de carga. En tales ejemplos, el blindaje contra la radiación térmica puede formarse a partir de un material que proporciona un nivel deseado de aislamiento térmico al tiempo que permite el funcionamiento deseado del sensor (es decir, la protección contra la radiación térmica es sustancialmente transparente al sensor 110 de manera que no interfiera con el funcionamiento del sensor 110). El blindaje de radiación puede ser cualquier material adecuado, incluyendo manta refractaria. En los ejemplos ilustrados, el blindaje de radiación térmica se proporciona como un casete extraíble que contiene una manta 136 refractaria.

20 Proporcionar la manta 136 refractaria como un casete extraíble permite a la manta 136 refractaria ser retirada para su inspección, reparación y mantenimiento y volviéndose luego a insertar para proporcionar la protección deseada. El uso de casetes extraíbles también puede permitir a un usuario reemplazar o sustituir el blindaje de manta 136 refractaria con un material diferente para adaptarse a diferentes sensores 110 y diferentes condiciones de funcionamiento del horno. En otros ejemplos, el blindaje de radiación puede estar formado integralmente con el sensor 110, o se proporciona como un componente fijo unido a la carcasa 134, el recipiente 108 del reactor o cualquier otro soporte adecuado.

30 La carcasa 134 puede ser desmontable para permitir la inspección y el mantenimiento del sensor 110, y puede incluir un asa 182 para permitir la retirada de la carcasa 134.

Se entiende que el horno puede ser cualquier tipo adecuado de horno metalúrgico (incluyendo hornos eléctricos y no eléctricos) y el método de adición de material de alimentación en el horno puede ser cualquier método adecuado, incluyendo por ejemplo, un proceso continuo, o en régimen de alimentación por lotes.

35 Aunque se describe como un sensor de radar en los ejemplos anteriores, el sensor puede ser cualquier tipo adecuado de sensor, incluyendo, por ejemplo, un sensor láser, un sensor de sonar automatizado (incluyendo el procesamiento de imagen digital o de detección óptica), un sensor óptico, un sensor de partículas de muones, un sensor acústico, un sensor electromagnético pulsado o de frecuencia modulada, un sensor de ultrasonidos y un sensor de yo-yo. Los materiales de blindaje y otros componentes de control pueden ser seleccionados en base a los requisitos particulares de cualquier sensor dado.

40 Aunque se ilustran como simples figuras esquemáticas, se entiende que cualquier horno descrito en este documento puede incluir cualquier característica adecuada conocida en el estado de la técnica, incluidos bloques de sangrado, revestimientos refractarios e instrumentos de monitorización de estado, pantallas y paneles de control. Los reactores también pueden incluir mecanismos redundantes de control que permiten a un operador humano anular cualquiera de las características automáticas descritas anteriormente, ya sea directamente (controlando manualmente un actuador) o indirectamente (utilizando un sistema de control suplementario o de anulación).

45 Haciendo referencia a las figuras 9 y 14, un ejemplo de un sistema para controlar el nivel de material contenido dentro de un horno metalúrgico incluye una pluralidad de sensores 110 conectados con posibilidad de comunicación a un controlador 138 del proceso central. Se entiende que cada sensor 110 también puede incluir sus propios subcontroladores para realizar cálculos básicos y para generar datos salientes del sensor, incluyendo, por ejemplo, distancias 132 detectadas.

50 El controlador 138 del proceso también está conectado a una fuente 190 de energía adecuada y opcionalmente se puede configurar para recibir cualquier número adecuado de señales 192 entrantes adicionales o auxiliares de otros instrumentos del horno y sensores (incluyendo RTD, termopares, sensores de presión y cualquier otra tipo de sensor), y generar y emitir cualquier número adecuado de señales 193 de control auxiliares para controlar otros equipos del horno, instrumentos o procesos.

55

5 Cuando se utiliza en combinación con los ejemplos descritos anteriormente, el controlador 138 del proceso está configurado para emitir señales 222 de control de la alimentación a los actuadores 152 de compuerta, para controlar el suministro de alimentación, y señales 218 de control de electrodo al actuador 144 de electrodos, para controlar el movimiento del electrodo 142 y al regulador 194 del suministro de energía del electrodo para controlar la energía del electrodo, y cualquier otros actuadores de control de horno adecuados.

10 El controlador 138 del proceso también incluye una memoria 196 para almacenar en una base de datos los valores predeterminados para una variedad de parámetros de funcionamiento del horno contra los cuales se pueden comparar valores medidos. Por ejemplo, la memoria 196 puede incluir un rango almacenado de los niveles 128 del banco de carga aceptables o deseados para un horno 100 dado (que tiene una geometría conocida), un exceso de llenado o el valor umbral máximo de llenado, otros umbrales de condición de alarma (temperatura máxima, temperatura mínima, etc.), un rango de alturas 121 del banco de carga aceptables y umbrales correspondientes de alarmas de sobrealimentación o subalimentación (opcionalmente se pueden incluir también umbrales de advertencia). Un conjunto específico de parámetros de operación del horno predeterminados puede ser proporcionado para cada horno (por ejemplo, si el valor depende de la geometría del horno) y para cada tipo de producto producido o de material de alimentación que se introduce en el horno (cada uno de los cuales pueden tener requisitos únicos).

20 Como se ilustra en la figura 14, cada sensor 110 puede incluir una antena 230 conectada a un transmisor 172 para la emisión de señales 154 electromagnéticas, y un receptor 174 para la recepción de las señales 156 reflejadas. Opcionalmente, el sensor 110 puede incluir un subcontrolador 210 del sensor para procesar las señales 154, 156 para determinar la distancia entre el sensor 110 y el objeto que se detecta (distancia 132 en los ejemplos anteriores). El sensor 110 está configurado para producir una señal 212 saliente del sensor que puede incluir datos relativos la distancia 132 medida por el sensor 110. En ejemplos donde el sensor 110 está posicionado para medir la posición de la superficie 126 superior del banco 120 de carga, la señal 212 saliente del sensor puede ser llamada una señal de nivel o una señal de nivel de carga del banco.

25 En algunos ejemplos, el sensor 110 no es controlable a distancia, y el sistema sólo puede incluir un conexión de comunicación unidireccional entre el sensor 110 y el controlador 138 del proceso, por ejemplo, para portar la señal 212 saliente del sensor. En otros ejemplos, el controlador 138 del proceso puede ser configurado para controlar el sensor 110, o algún otro aparato relacionado (por ejemplo, la junta cardán o el soporte de apoyo interno). En tales ejemplos, el controlador 138 del proceso puede estar configurado para emitir una señal 214 de control del sensor que puede ser enviada al sensor 110.

35 En algunos ejemplos, el actuador 144 de electrodos y el regulador 194 de suministro de energía de electrodo descrito anteriormente pueden estar contenidos dentro de una única unidad de control 216 del electrodo. En este ejemplo, el controlador 138 del proceso está configurado para emitir una señal 218 de control de electrodo que se puede utilizar para controlar el actuador 144 de electrodo, el regulador 194 de suministro de energía del electrodo o ambos. Durante el funcionamiento, el controlador 138 del proceso también puede recibir información y datos de la unidad de control 216 del electrodo a través de la señal 220 saliente del electrodo.

40 Del mismo modo, el controlador 138 del proceso puede estar conectado con posibilidad de comunicación al actuador 150 de la compuerta de alimentación (o cualquier aparato que se utiliza para controlar la velocidad de alimentación del material de alimentación en el horno) de manera que el controlador 138 del proceso puede enviar una señal 222 de control de la velocidad de alimentación y recibir una señal 224 saliente de la velocidad de alimentación. La señal saliente 224 de la velocidad de alimentación puede incluir cualesquiera datos pertinentes, incluyendo la velocidad de alimentación actual y la posición de la compuerta 150 de alimentación.

45 Una señal 226 de control de pantalla puede ser enviada desde el controlador 138 del proceso a la pantalla 200 y puede contener cualquier dato de visualización adecuado o información. Opcionalmente, una señal 228 saliente de la pantalla se puede enviar desde la pantalla 200 al controlador 138 del proceso para transmitir información de una pantalla 200 que incluye un dispositivo entrante al controlador 138 del proceso para su posterior procesamiento (por ejemplo entradas en una pantalla táctil de un operador).

50 Opcionalmente, el controlador del proceso se puede configurar para recibir una o más señales 192 salientes auxiliares de una variedad de diferentes sensores y aparatos de horno. Por ejemplo, si un horno dado incluye una pluralidad de termopares o RTD para detectar una pluralidad de temperaturas en el horno, el correspondiente controlador 138 del proceso se puede configurar para recibir una pluralidad de señales 192 salientes de temperatura y para utilizar los datos de temperatura recibidos para un posterior tratamiento.

55 Además de recibir señales 192 salientes auxiliares (señales 192 salientes son señales salientes de los diversos instrumentos de hornos y sensores mencionados anteriormente y sirven como entradas al controlador 138 del proceso), el controlador 138 del proceso puede estar configurado para generar cualquier otra señal 193 de control auxiliar adecuada que puede ser utilizada para proporcionar datos salientes del controlador del proceso, o para controlar cualquier sistema o aparato adecuado. La naturaleza de las señales 193 de control auxiliares puede ser predeterminada cuando el controlador 138 del proceso está fabricado e instalado, o el controlador 138 de proceso

puede ser reconfigurable por un operador para proporcionar diferentes señales 193 de control auxiliar a partir de los cambios en las condiciones de funcionamiento del horno.

El controlador 138 del proceso también incluye un procesador 198 que se puede configurar utilizando un método adecuado, algoritmo, o paquete de software para analizar los datos medidos.

5 Haciendo referencia a la figura 11, un ejemplo de un método comienza en la etapa 1100 con un controlador 138 del proceso recibiendo al menos una distancia detectada por un sensor 110. Los datos de distancia detectada pueden ir acompañados de una pluralidad de otra información que pueda ser comprendida y procesada por el controlador 138 del proceso, incluyendo, por ejemplo, información de posición del sensor, información de marca de tiempo, datos de la señal EM saliente sin procesar, y datos de la señal EM reflejada en procesar.

10 Tras recibir la distancia detectada desde el sensor, en la etapa 1102 el procesador 198, o cualquier otro componente adecuado del controlador 138 del proceso, puede recibir la distancia 132 detectada y derivar un nivel 128 del banco de carga y comparar con el rango calculado de niveles 128 del banco de carga aceptables para el reactor 100 dado.

15 Si la distancia 132 medida es igual a un valor aceptable, o cae dentro de un rango aceptable de valores, se puede permitir al reactor 100 que continúe funcionando sin intervención, y la distancia se puede medir de nuevo repitiendo la etapa 1100 en cualquier frecuencia de muestreo deseada (es decir, una vez por segundo, una vez por minuto, etc.).

20 Si el nivel 128 del banco de carga derivado no es igual al nivel 128 del banco de carga deseado, el procesador 198 puede determinar si la altura medida es superior a los niveles aceptables, en la etapa 1104. Si la distancia medida es mayor que un nivel aceptable, el controlador 138 del proceso puede generar una señal de control, por ejemplo una señal de control de subalimentación en la etapa 1106, la cual se envía al actuador de suministro de alimentación, por ejemplo el actuador 152 de compuerta, haciendo que el actuador 152 de compuerta aumente el suministro de material de alimentación en el horno.

25 Si la distancia medida es menor que el nivel aceptable, el controlador 138 del proceso puede emitir una señal de control en la etapa 1108, por ejemplo una señal de control de sobrealimentación, que se envía al actuador de suministro de alimentación, por ejemplo el actuador 152 de compuerta, haciendo que el actuador 152 de compuerta disminuya el suministro de material de alimentación en el horno. La naturaleza y la magnitud de los cambios apropiados en la velocidad de suministro de material de alimentación pueden ser almacenados en, o calculados por el módulo 202 de la velocidad de alimentación y por el módulo 204 de distribución de alimentación.

30 La velocidad de alimentación del módulo 202 puede proporcionar instrucciones al procesador con respecto a cuánto se debería cambiar la velocidad de suministro de alimentación y el módulo 204 de distribución de alimentación puede proporcionar instrucciones con respecto a cómo debería distribuirse el material de alimentación dentro del horno.

35 Por ejemplo, un controlador 138 del proceso conectado a múltiples sensores 110 puede determinar que, en un horno dado, el nivel del banco de carga en una primera parte del horno es aceptable, el nivel del banco de carga en una segunda parte del horno es demasiado alto y el nivel del banco de carga en una tercera parte del horno es demasiado bajo. Basándose en estas entradas, el controlador 138 del proceso puede controlar individualmente tres actuadores 152 de compuerta diferentes, en base a las instrucciones del módulo 202 de velocidad de alimentación y del módulo 204 de distribución de alimentación, para mantener la velocidad de alimentación actual en la primera parte, disminuir la velocidad de alimentación del suministro de la compuerta de alimentación de la segunda parte y aumentar la velocidad de alimentación del suministro de la compuerta de alimentación en la tercera parte.

40 Después de completar o bien la etapa 1106 o la 1108, el método vuelve a la etapa 1100, que puede realizarse en cualquier frecuencia de muestreo deseada (como se describe más arriba).

45 Alternativamente, o además de controlar el suministro de material de alimentación en el horno 100, se pueden utilizar señales de control del controlador 138 del proceso para ajustar la posición del electrodo o de la energía del electrodo.

50 Haciendo referencia a las figuras 1 y 12, otro ejemplo de un método de control 1200 puede ser un sistema de control de alimentación y puede empezar en la etapa 1202, cuando el controlador 138 del proceso obtiene un nivel 128 del banco de carga de los sensores 110 y continúa a la etapa 1204 en la que el controlador 138 del proceso también recibe datos referentes al nivel 125 de escoria.

En la etapa 1206 el controlador 138 del proceso compara el nivel 128 del banco de carga con el nivel 125 de escoria para obtener la altura 121 del banco de carga, que, en los ejemplos ilustrados, es la diferencia entre los dos niveles 125, 128.

## ES 2 581 550 T3

- 5 Después de haber calculado la altura 121 del banco de carga, el controlador 138 del proceso puede avanzar a la etapa 1208, en la que la altura 121 del banco de carga calculada se compara con uno o más valores de altura deseables predeterminados del banco de carga, u opcionalmente una gama de valores deseables predeterminados, que se almacenan en la memoria, o se almacenan en una unidad de almacenamiento remoto y son recuperados por el procesador.
- Basándose en la comparación entre la altura 121 del banco de carga calculada y la pluralidad de alturas deseables predeterminadas, en la etapa 1210 el controlador 138 del proceso determina si la altura 121 del banco de carga calculada es aceptable, o está dentro de un rango aceptable.
- 10 Si es así, el controlador 138 del proceso no necesita tomar ninguna acción inmediata o generar señales de control, y el método 1200 puede volver a 1202 para obtener otro nivel del banco de carga y continuar con el proceso de seguimiento.
- 15 Si la altura 121 del banco de carga no es aceptable o no está dentro de un rango aceptable, el método 1200 continúa a la etapa 1212, en la que el controlador 138 del proceso determina si la altura 121 del banco de carga calculada es demasiado grande (es decir, mayor que la valores deseados almacenados en la memoria). Si es así, el método 1200 avanza a la etapa 1214 en la que el controlador 138 del proceso genera una señal de control de alimentación y hace que la velocidad a la que se está introduciendo material de alimentación en el horno sea disminuida, por ejemplo mediante el control de los actuadores 152 de compuerta para cerrar la compuertas 150 de alimentación. Una vez que la velocidad de alimentación se ha reducido, el método 1200 vuelve a la etapa 1202 y continúa la monitorización del horno.
- 20 Si el controlador 138 del proceso determina, en la etapa 1212, que la altura del banco de carga está por debajo del intervalo deseable, entonces se puede inferir (o volver a comprobar frente a los valores predeterminados) que la altura 121 del banco de carga es más delgada que la deseada (o por debajo del rango deseable predeterminado). En este caso, en la etapa 1216, el controlador 138 del proceso puede aumentar la velocidad de alimentación, lo que aumenta la cantidad de material de alimentación que se introduce en el horno. Una vez que la velocidad de alimentación se ha aumentado, el método vuelve a la etapa 1202 para continuar la monitorización.
- 25 Haciendo referencia a la figura 13, otro ejemplo de un sistema 1300 de control puede ser una parada de emergencia o un sistema de monitoreo de sobrellenado que comienza en la etapa 1302 cuando el controlador 138 del proceso obtiene el nivel 128 del banco de carga de los sensores 110.
- 30 En la etapa 1304, el nivel 128 del banco de carga medido se compara con uno o más valores de umbral predeterminados de aviso y/o de alarma y/o de desconexión que se almacenan en la memoria o en otro lugar adecuado que se puede acceder por el procesador.
- Al comparar el nivel 128 del banco de carga calculado con los valores de umbral almacenados, el controlador 138 del proceso puede determinar si el nivel 128 del banco de carga está por debajo de un umbral de alarma predeterminado. Si no, el método 1300 vuelve a la etapa 1302 y sigue supervisando el nivel 128 del banco de carga.
- 35 Si el nivel 128 del banco de carga está por debajo de un valor umbral de alarma, el controlador 138 del proceso puede generar una salida de alarma (por ejemplo, una sirena, bocina, luz intermitente, o un mensaje de aviso en pantalla) y, opcionalmente, puede emitir señales de control adicionales para controlar otros parámetros de funcionamiento del horno, incluyendo, por ejemplo, reducir la velocidad de alimentación. El controlador 138 del proceso puede estar configurado para tomar automáticamente el control de los parámetros de funcionamiento del horno, y/o puede permitir que operadores humanos tomen una acción correctiva, operando parámetros, y/o puede permitir que operadores humanos tomen acciones correctivas.
- 40 El método 1300 continúa luego a la etapa 1310 en la que el controlador del proceso compara el nivel 128 del banco de carga con un nivel de desconexión predeterminado. Al comparar el nivel 128 del banco de carga con el nivel de desconexión predeterminado, el controlador 138 del proceso determina si el nivel 128 del banco de carga excede un umbral de desconexión predeterminado (es decir, si la distancia entre la superficie 126 superior y el techo 106 del horno está por debajo de un límite de seguridad o deseado) (etapa 1312). Si no, el método 1300 puede volver a la etapa 1302. Si es así, el método avanza a la etapa 1314, en la que el controlador 138 del proceso puede emitir una señal de control de desconexión o emergencia que puede desconectar automáticamente el horno o transferir el control del horno 100 a los operadores humanos.
- 45 En algunos ejemplos, la desconexión de un horno 100 es un proceso complicado, de múltiples etapas y puede ser deseable que el controlador 138 del proceso no esté configurado para desconectar automáticamente el horno sin la intervención del operador. Sin embargo, sería aun más deseable que el controlador 138 del proceso sea operable para realizar determinadas operaciones (ya sea automáticamente o después de recibir la entrada del operador), incluyendo, por ejemplo, tirar hacia arriba del electrodo, detener el suministro de material de alimentación en el horno y sugerir el sangrado de la mata y/o la escoria del horno.
- 50
- 55

- 5 En estos ejemplos, el controlador 138 del proceso puede operar como un controlador de bucle cerrado que es capaz de ajustar automáticamente los parámetros de funcionamiento del horno (es decir, la velocidad de suministro de alimentación, la posición del electrodo, la suministro de energía del electrodo, los sistemas de parada de emergencia) sin la intervención del operador. Tal sistema permite que el controlador 138 del proceso equilibre automáticamente el uso de energía y el suministro/distribución de la alimentación entregada al horno 100 para permitir que el horno opere continuamente a una condición de estado estable deseada, por ejemplo para mantener continuamente el nivel del banco de carga dentro de un rango aceptable.
- 10 El controlador 138 del proceso puede ser una unidad separada, autónoma que se puede conectar a un sistema de control del horno existente (posiblemente incluyendo un controlador de horno separado). Alternativamente, el controlador 138 del proceso puede ser integral con el sistema de control del horno y puede servir como el controlador primario, un opcionalmente el único, que se utiliza para controlar la pluralidad de las operaciones del reactor descritas anteriormente.
- 15 Opcionalmente, el controlador 138 del proceso puede ser conectado a un aparato de visualización, por ejemplo la pantalla 200, que se puede utilizar para mostrar una variedad de datos, incluyendo las distancias medidas o detectadas, velocidades de suministro de alimentación y niveles del banco de carga actual, a un operador del sistema en tiempo real. Al observar la pantalla 200, un operador puede determinar las condiciones de funcionamiento de un horno dado.
- 20 La pantalla 200 puede ser cualquier pantalla adecuada conocida en la técnica, incluyendo un monitor de ordenador, una pantalla de televisión, una fuente de luz, una alarma audible u otro dispositivo audio/visual.
- 25 Además de calcular los niveles del banco de carga y ajustar las velocidades de suministro de alimentación en consecuencia, el controlador 138 del proceso puede estar configurado para generar una señal de alarma mediante la comparación de cualquiera de los datos medidos frente a una base de datos de condiciones de umbral de alarma predeterminados almacenados en la memoria 196. Cuando se detecta una condición de alarma (es decir, se alcanza o se supera un umbral de alarma) el controlador 138 del proceso puede generar una salida de alarma para notificar a un operador del sistema, y/o automáticamente iniciar un protocolo de emergencia, incluyendo, por ejemplo, la desconexión del horno.
- 30 Haciendo referencia a la figura 10, un ejemplo de un horno 100 incluye una pluralidad de sensores 110, como se describió anteriormente, y una pluralidad de sensores térmicos, por ejemplo diodos de temperatura remota (RTD) 206 que se colocan en la pared lateral del horno 100 para detectar las variaciones de temperatura en el material en el horno y situar los planos de interfase (superficies) 176, 178, 126 basándose en la diferencia de temperatura registrado por cada RTD. En este ejemplo, el controlador 138 del proceso está vinculado a cada RTD, así como cada sensor 110. El controlador 138 del proceso puede incluir cualquier módulo adicional, por ejemplo un módulo 208 de medición de temperatura, para procesar los datos recibidos de la RTD 206 y extrapolar las ubicaciones de las superficies 176, 178, 126. Esta información puede combinarse con la información del nivel del banco de carga y utilizarse para generar una señal adecuada de control que se pueda utilizar para ajustar los actuadores 152 de compuerta, el actuador 144 de electrodos, el regulador de suministro de energía 194 del electrodo y/o cualquier otro parámetro adecuado en el horno. [149] Opcionalmente, en algunos o todos los ejemplos descritos en la presente memoria, algo o la totalidad del material en el horno (por ejemplo banco de carga, fase de escoria y/o fase de mata) se puede sembrar con material detectable para mejorar el funcionamiento de los sensores. Por ejemplo, en sistemas que utilizan sensores de radar, el material en el horno se puede sembrar con partículas de materia el altamente reflectante a radares para proporcionar señales reflejadas mejoradas. Opcionalmente, sólo ciertas fases se pueden sembrar, o cada fase se puede sembrar con un material diferente para mejorar la capacidad del sensor para distinguir entre las capas.
- 40



**REIVINDICACIONES**

1. Un método de monitorización de una capa 120 de material de alimentación en un horno 100 metalúrgico que comprende:
- 5 proporcionar al menos un sensor 110 sin contacto situado por encima de la capa 120 de material de alimentación contenida en el horno 100, mientras que el horno 100 está en uso;
- detectar una distancia 132 detectada entre una superficie de la capa de material de alimentación y una posición de referencia mediante el al menos un sensor 110 sin contacto;
- 10 proporcionar un controlador 138 del proceso conectado con posibilidad de comunicación a al menos un sensor 110 sin contacto para generar una señal de control basándose en la distancia 132 detectada; y
- emitir la señal de control;
- 15 caracterizado porque proporcionar el al menos un sensor 110 sin contacto comprende proporcionar al menos un transmisor 172 en una posición fija por encima de la capa 120 de material de alimentación y proporcionar al menos un receptor 174 por encima de la capa 120 de material de alimentación, y
- 20 proporcionar una carcasa 134 alrededor de cada sensor 110 sin contacto para proteger electromagnéticamente al sensor 110 sin contacto de una interferencia electromagnética presente entre el sensor 110 sin contacto y la capa 120 de material de alimentación.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además proyectar una señal 154 electromagnética desde el transmisor 172 hacia una superficie 126 de la capa 120 de material de alimentación, recoger una señal 156 de reflexión de la señal electromagnética de una superficie 126 de la capa 120 de material de alimentación usando el receptor 174 y comparar la señal 154 electromagnética con la de reflexión 156.
- 25 3. El método de la reivindicación 2, que comprende además la etapa de usar el controlador 138 del proceso para controlar al menos uno de: una velocidad de suministro de material de alimentación, una posición de electrodo y un suministro de energía del electrodo basándose en la señal de control.
- 30 4. El método de la reivindicación 3, en el que la etapa de controlar al menos uno de: la velocidad de suministro de material de alimentación, la posición del electrodo y el suministro de energía del electrodo basándose en la señal de control se lleva a cabo automáticamente por el controlador 138 del proceso, sin intervención del usuario.
5. El método de la reivindicación 2, en el que al menos las etapas de comparación de la señal 154 electromagnética con la de reflexión 156 y la emisión de la señal de control son llevadas a cabo mediante el controlador 138 en tiempo real.
- 35 6. El método de la reivindicación 2, que comprende además la etapa de proporcionar una pantalla 200 y generar una salida de la pantalla en base a la señal de control.
7. El método de la reivindicación 2, en el que proporcionar el al menos un sensor 110 sin contacto comprende proporcionar una pluralidad de transmisores 172 y una correspondiente pluralidad de receptores 174 por encima de la capa 120 de material de alimentación, y en el que la detección de la distancia detectada comprende la determinación de una distancia 132 detectada que corresponde a cada transmisor 172.
- 40 8. El método de la reivindicación 7, en el que generar la señal de control comprende generar una pluralidad de señales de control, basándose cada señal de control en una distancia 132 detectada.
9. El método de la reivindicación 7, que comprende además generar una topografía de la superficie basándose en la pluralidad de distancias 132 detectadas y generar una señal de control de superficie basándose en la topografía de la superficie.
- 45 10. El método de la reivindicación 2, en donde la superficie 126 es una superficie superior de una capa 120 de material de alimentación contenida en el horno 100.
11. El método de la reivindicación 2, que comprende además la etapa de colocar el al menos un sensor 110 sin contacto en una segunda posición para detectar una segunda distancia 132 detectada entre una segunda posición en la superficie 126 y la posición de referencia.
- 50 12. El método de la reivindicación 2, que comprende además la etapa de colocar el al menos un sensor 110 sin contacto en una segunda posición para detectar una segunda distancia 132 detectada entre una segunda capa de material y la posición de referencia.

13. Un sistema de control de alimentación para un horno 100 metalúrgico que contiene una capa 120 de material de alimentación, el sistema de control de alimentación que comprende:

5 al menos un sensor 110 sin contacto para detectar una distancia 132 entre una superficie 126 de la capa de material de alimentación y una posición de referencia, el al menos un sensor 110 sin contacto situado por encima de la capa 120 de material de alimentación;

un controlador 138 del proceso conectado con posibilidad de comunicación a el al menos un sensor 110 sin contacto y configurado para emitir una señal de control en base a la distancia 132; y

10 al menos un actuador 152 de suministro de alimentación conectado con posibilidad de comunicación al controlador 138 para regular automáticamente un flujo de material de alimentación en el horno 100 basándose en la señal de control,

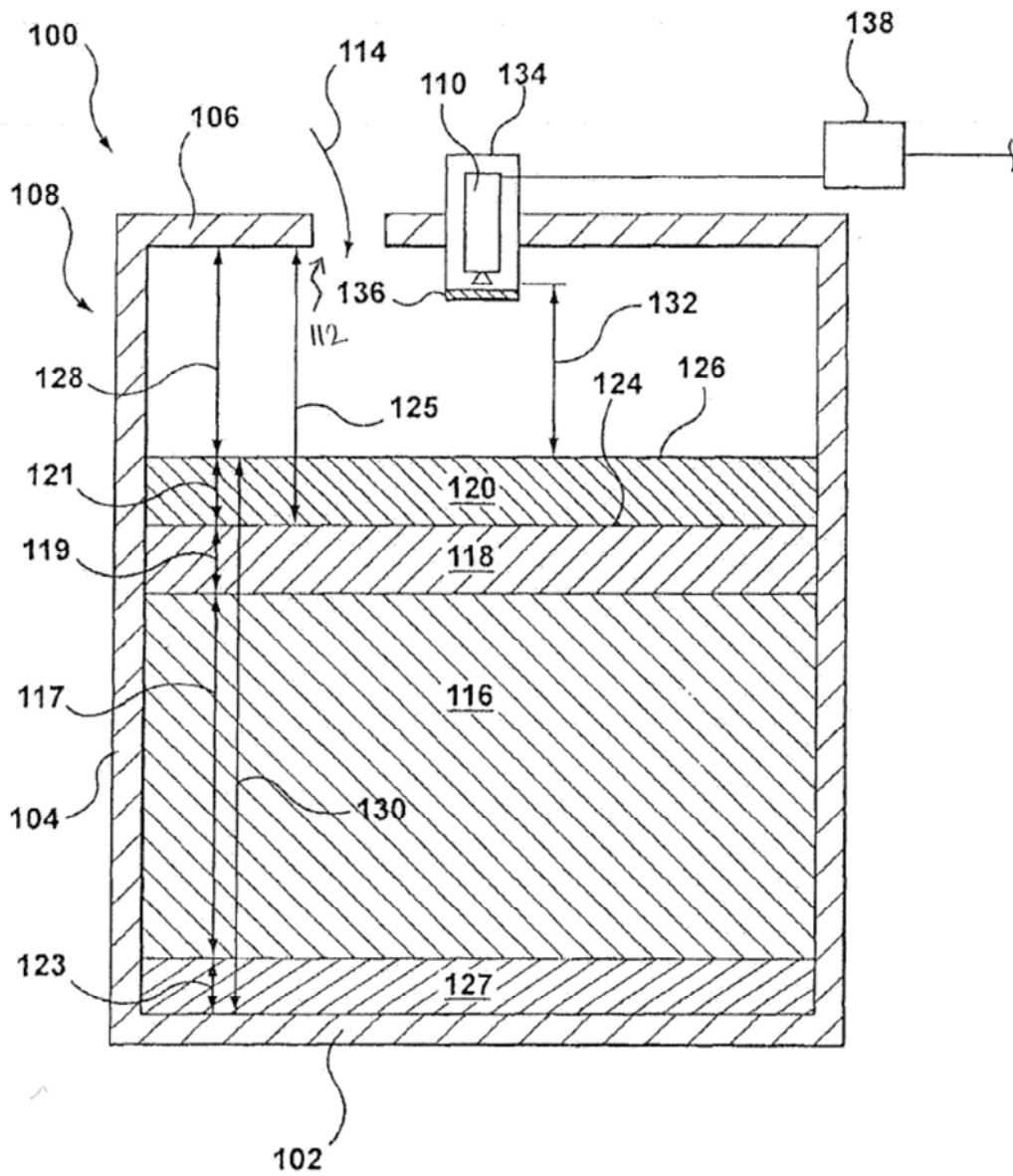
15 caracterizado porque el al menos un sensor 110 sin contacto comprende al menos un transmisor 172 situado por encima de la capa 120 de material de alimentación y al menos un receptor 174 situado por encima de la capa 120 de material de alimentación, y

20 en el que cada sensor 110 sin contacto está provisto de una carcasa 134 para proteger electromagnéticamente el sensor 110 sin contacto de una interferencia electromagnética presente entre el sensor 110 sin contacto y la capa 120 de material de alimentación.

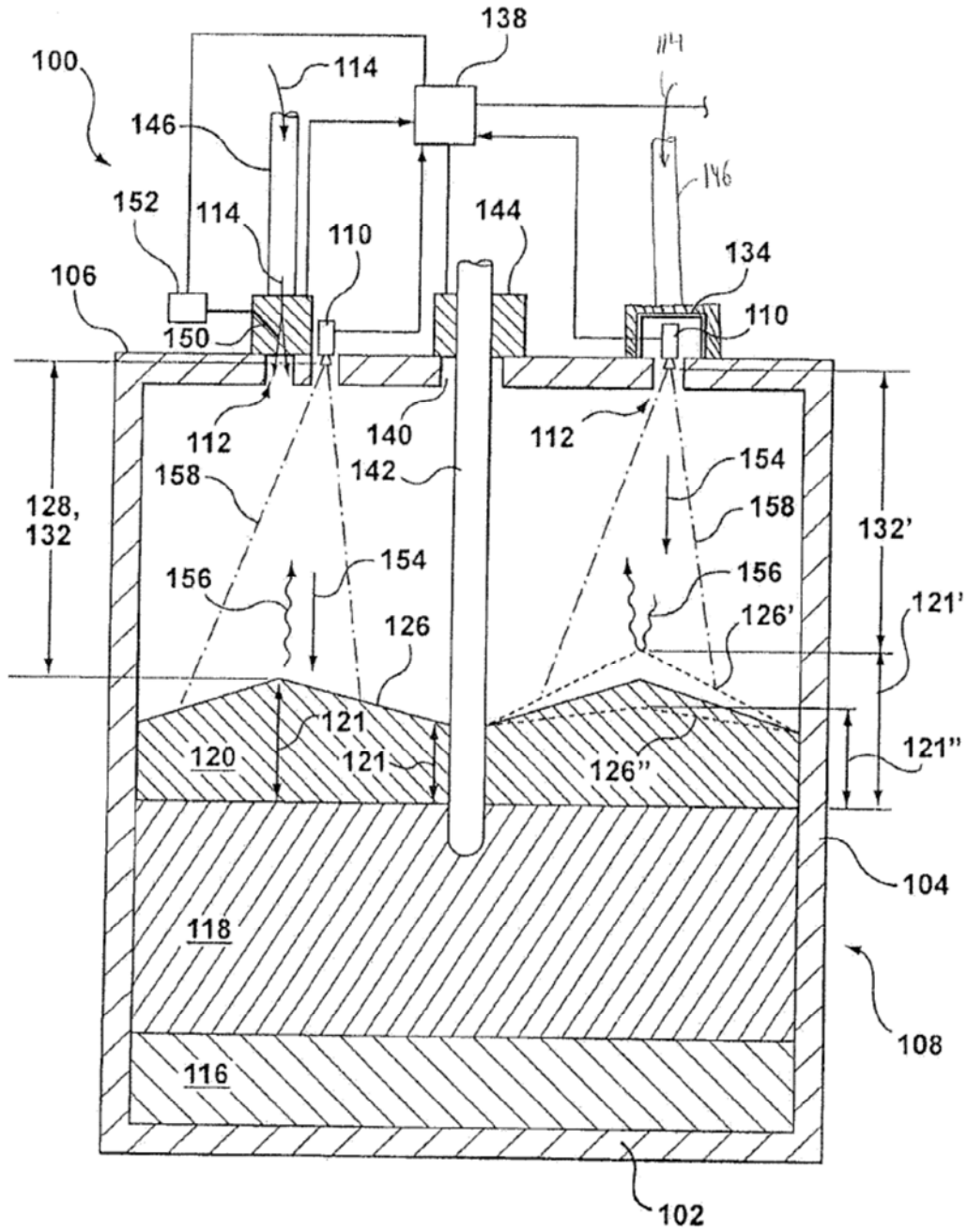
14. El sistema de la reivindicación 13, en el que el

25 al menos un transmisor 172 está configurado para proyectar una señal 154 electromagnética hacia la capa 120 material de alimentación; y

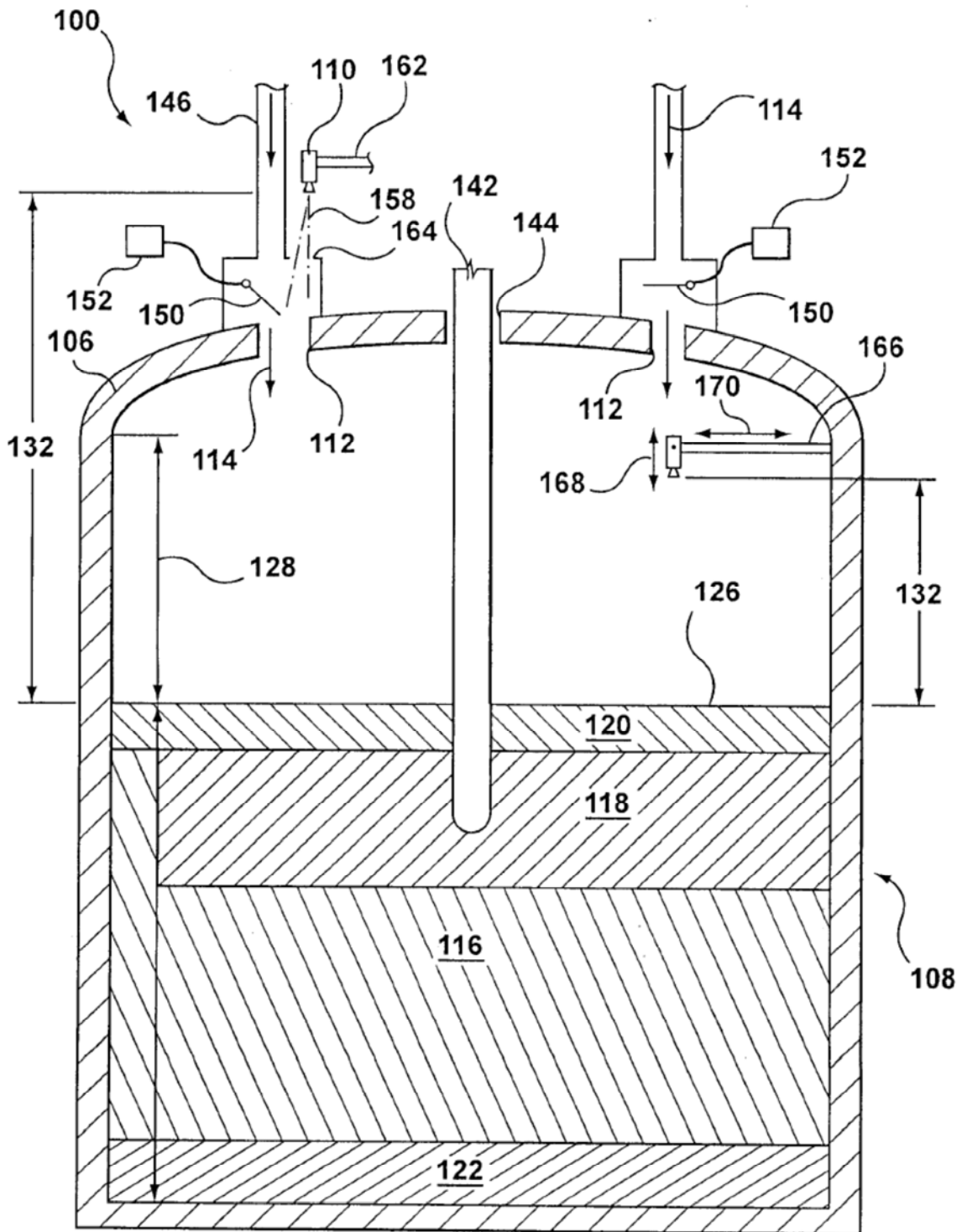
el al menos un receptor 174 está posicionado para recibir una reflexión 156 de la señal 154 electromagnética de una superficie 126 de la capa 120 de material de alimentación.



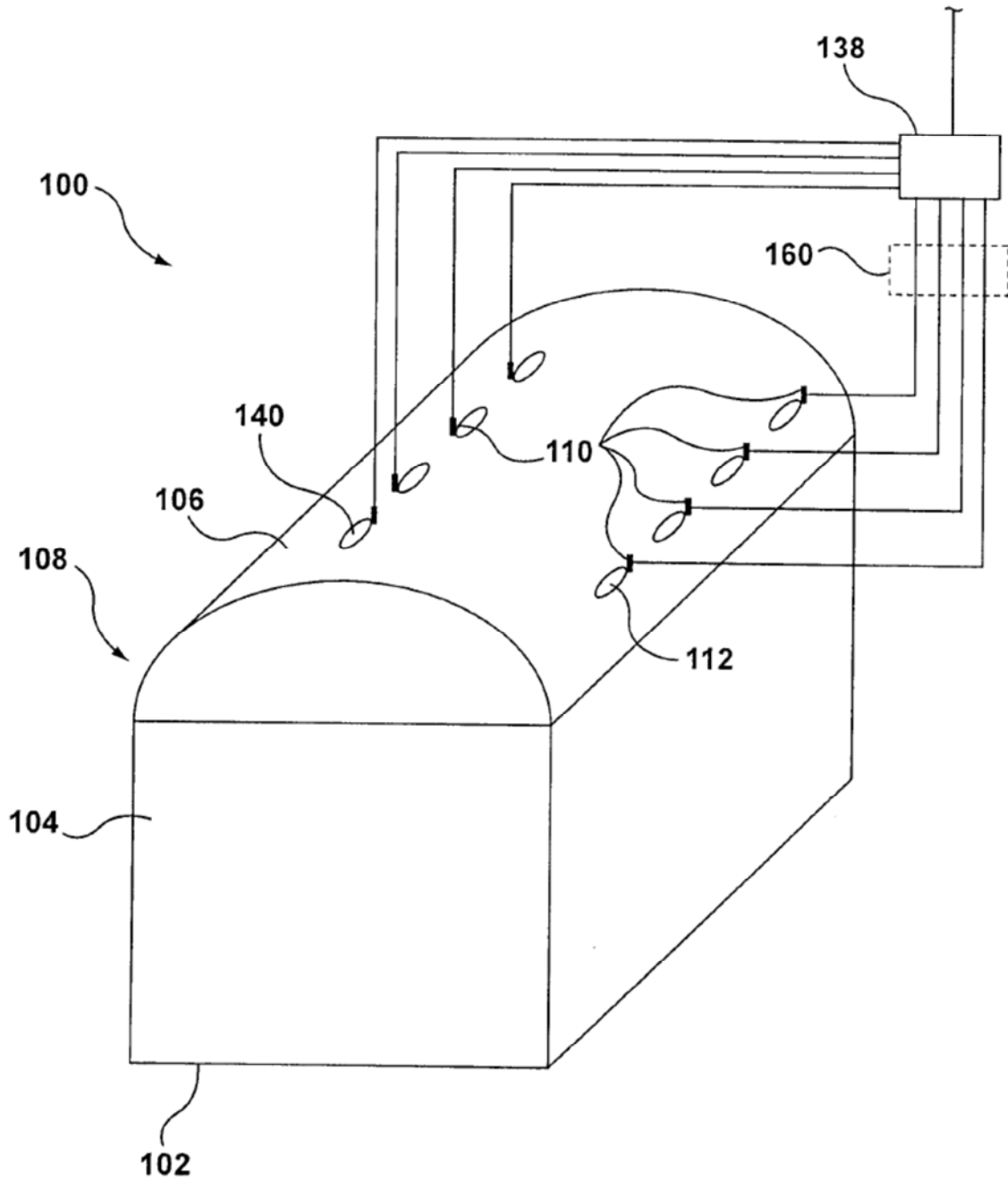
**FIG. 1**



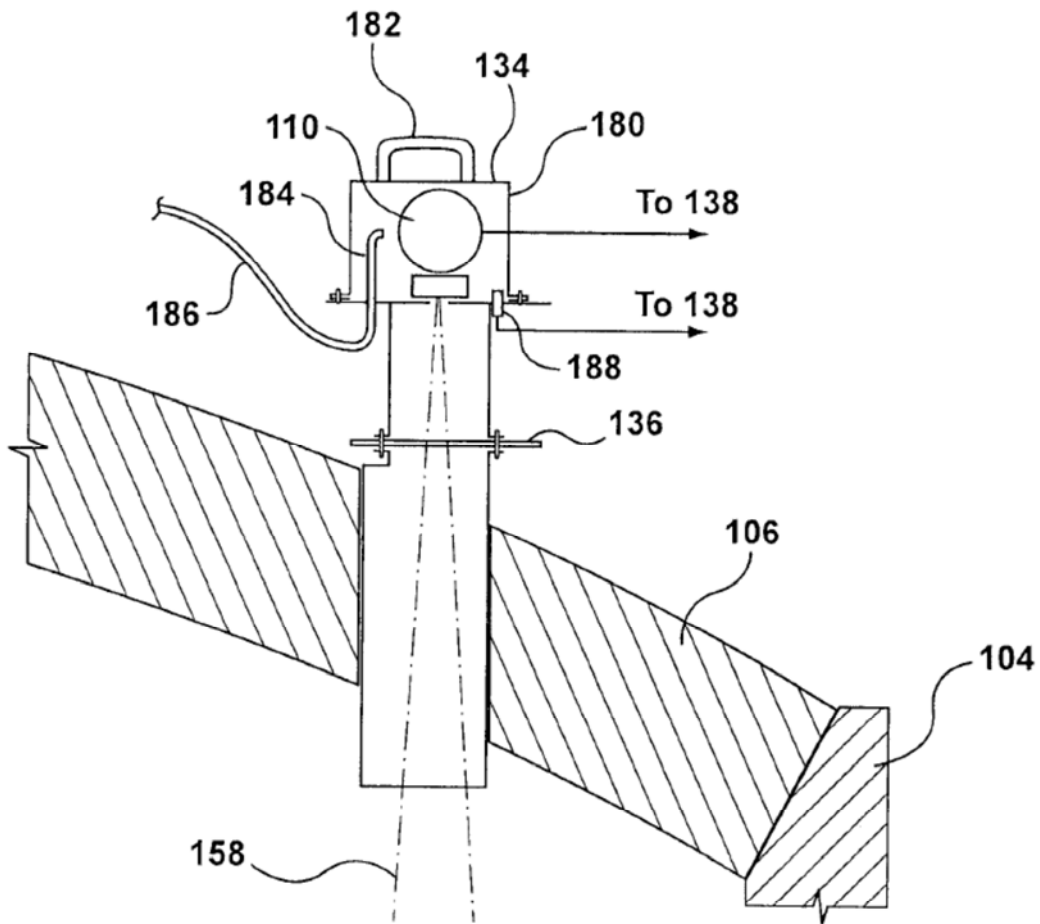
**FIG. 2**



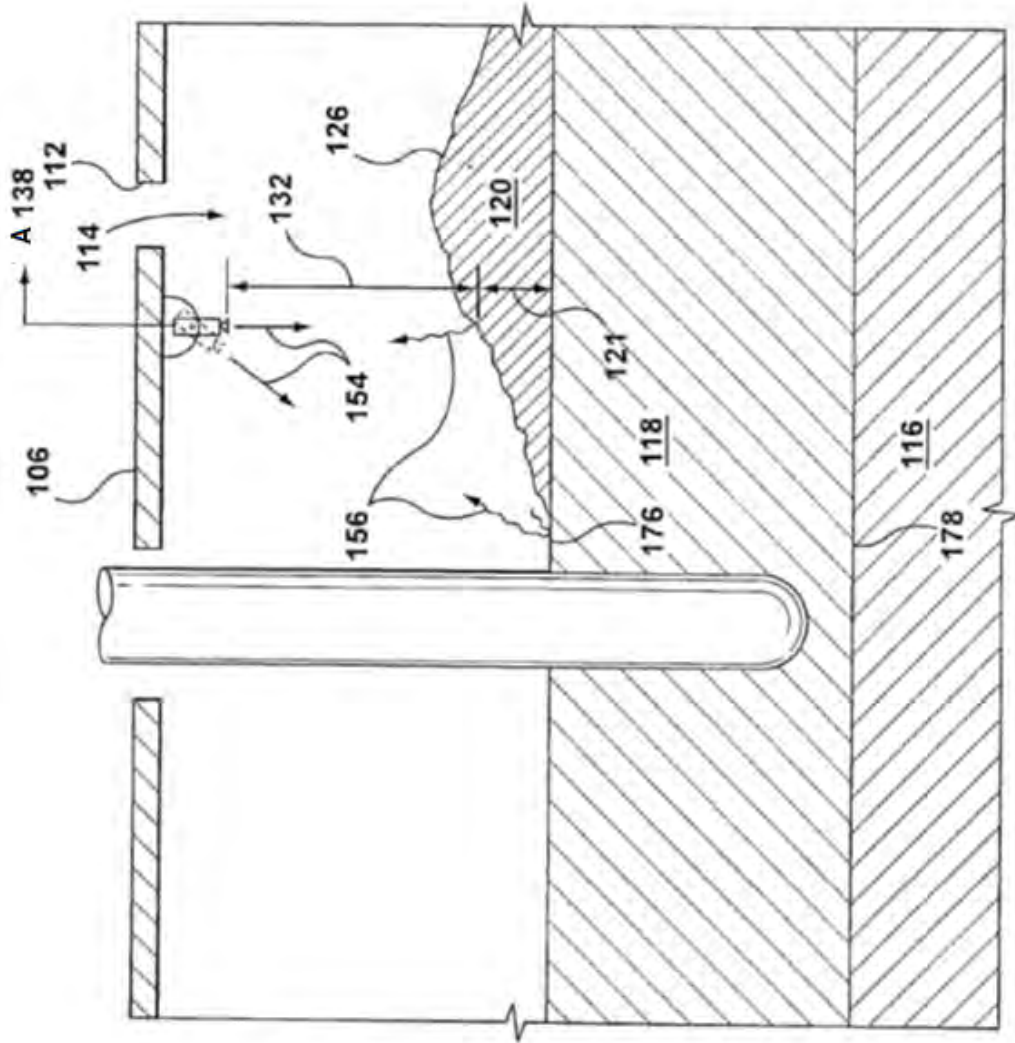
**FIG. 3**



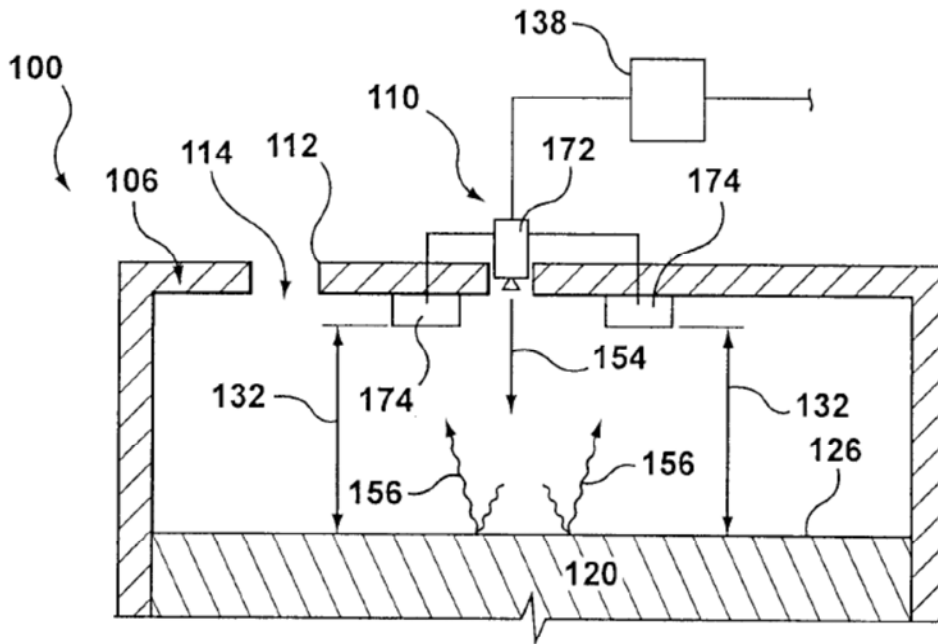
**FIG. 4**



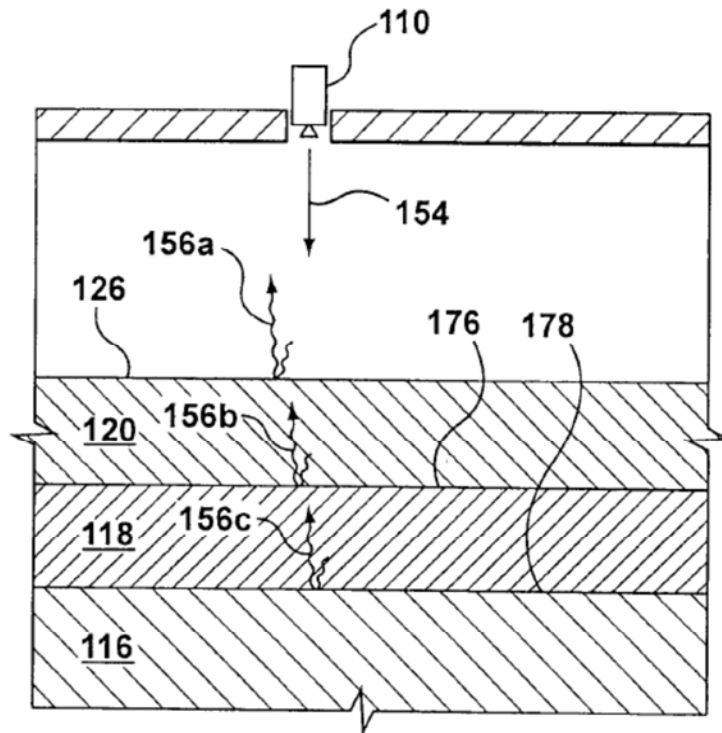
**FIG. 5**



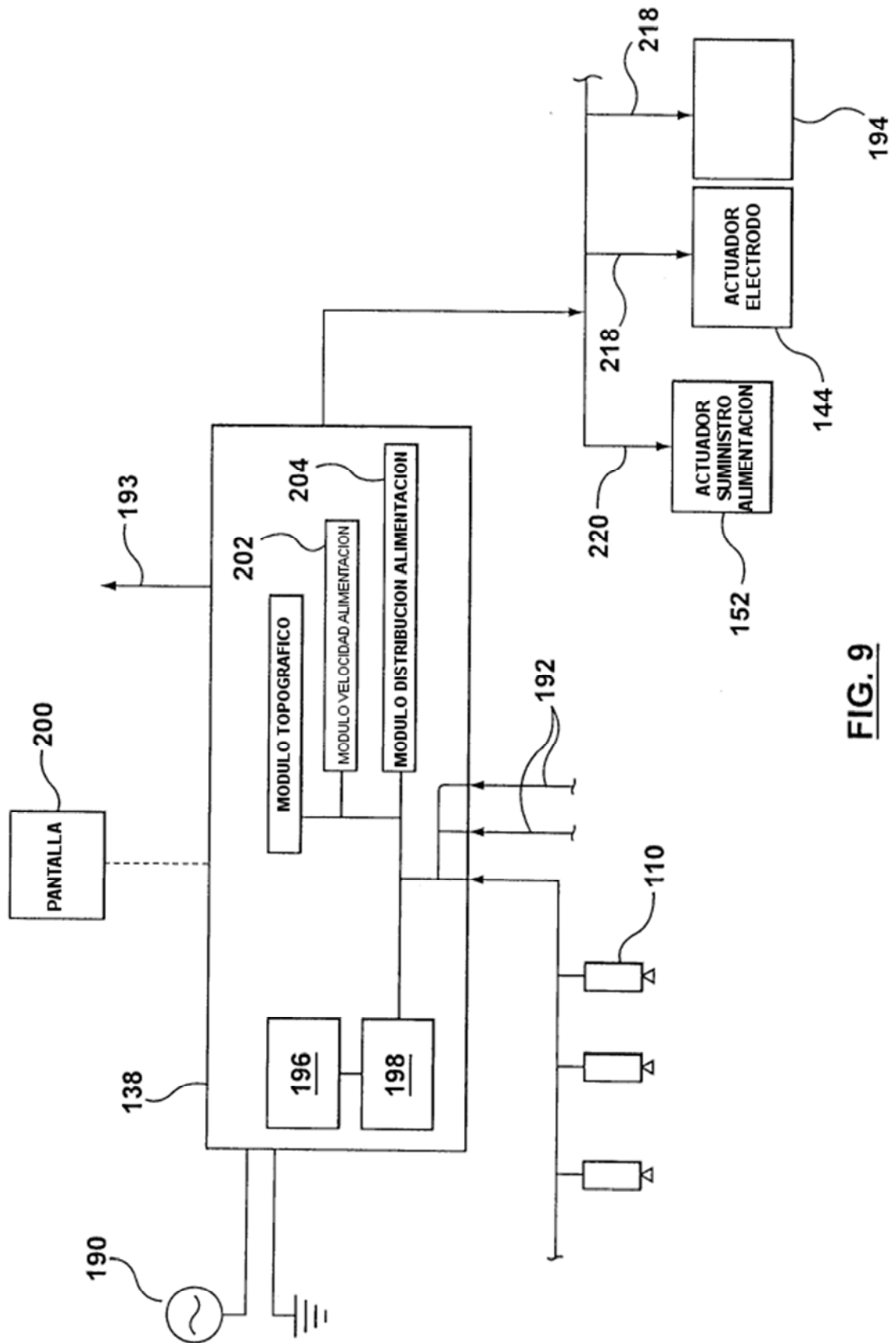




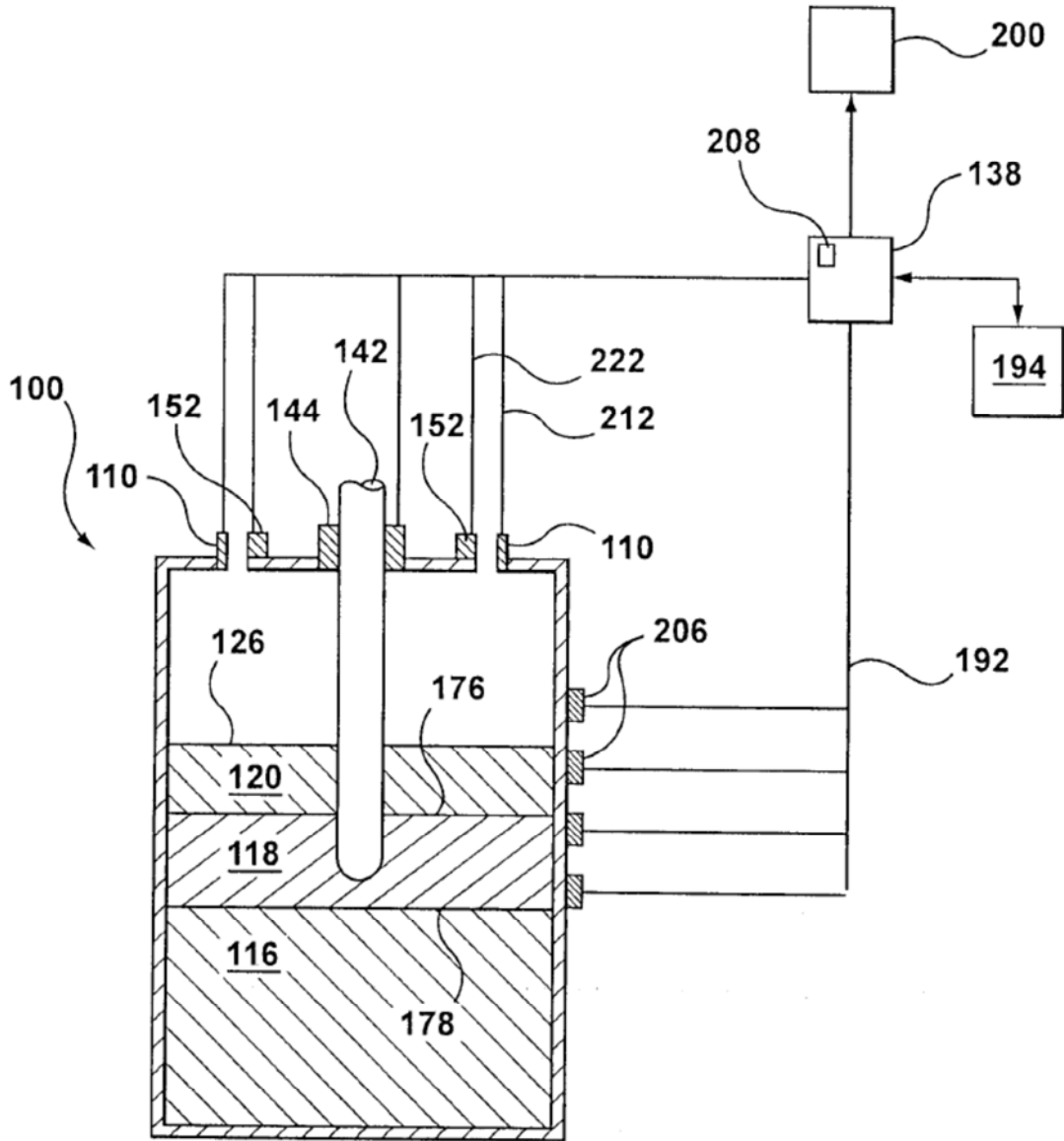
**FIG. 7**



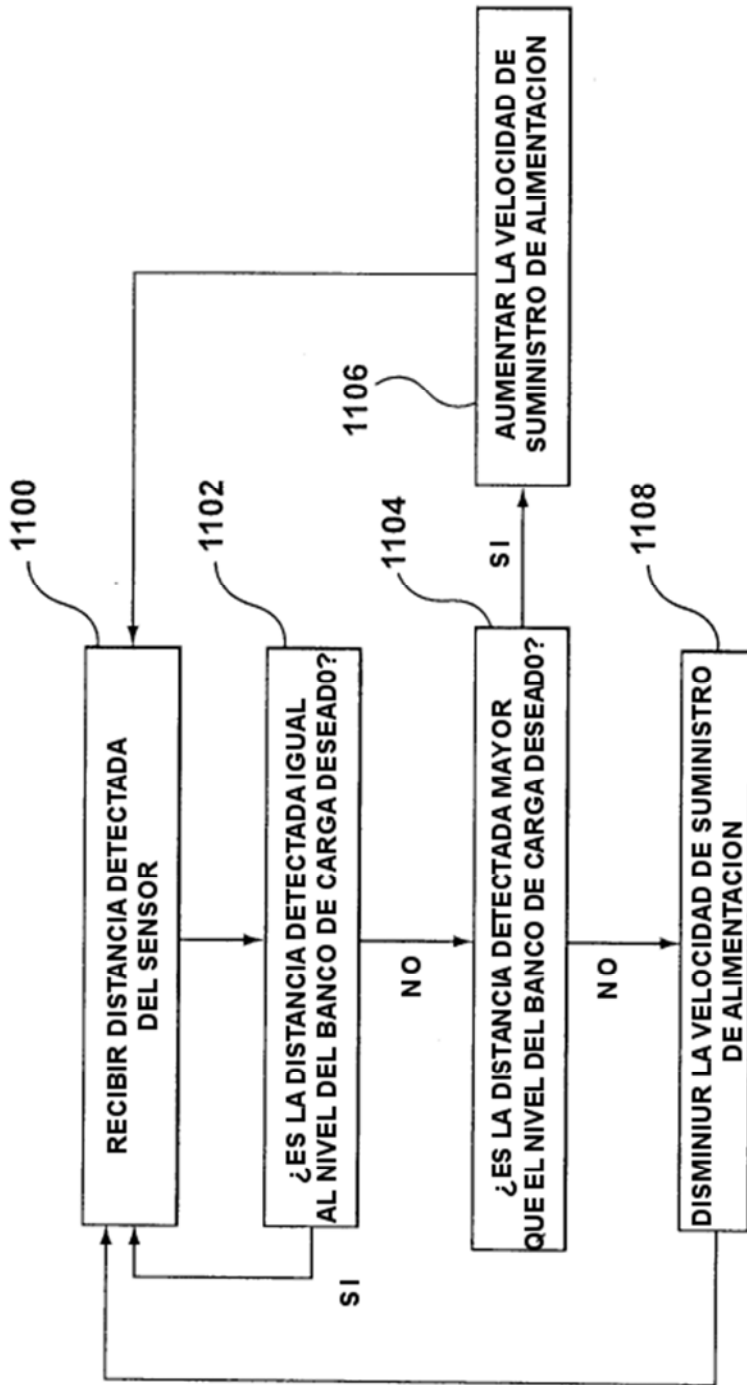
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**

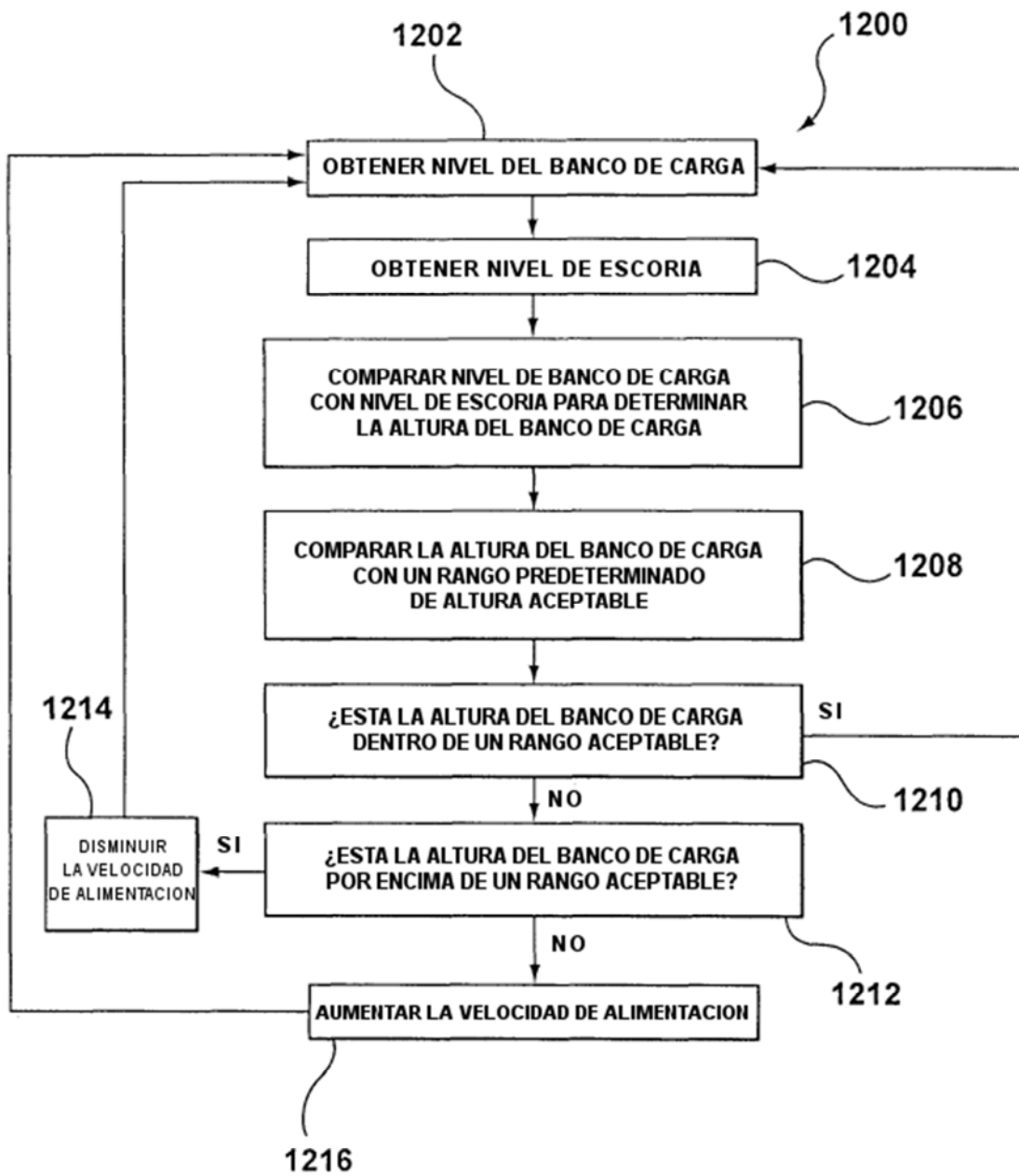
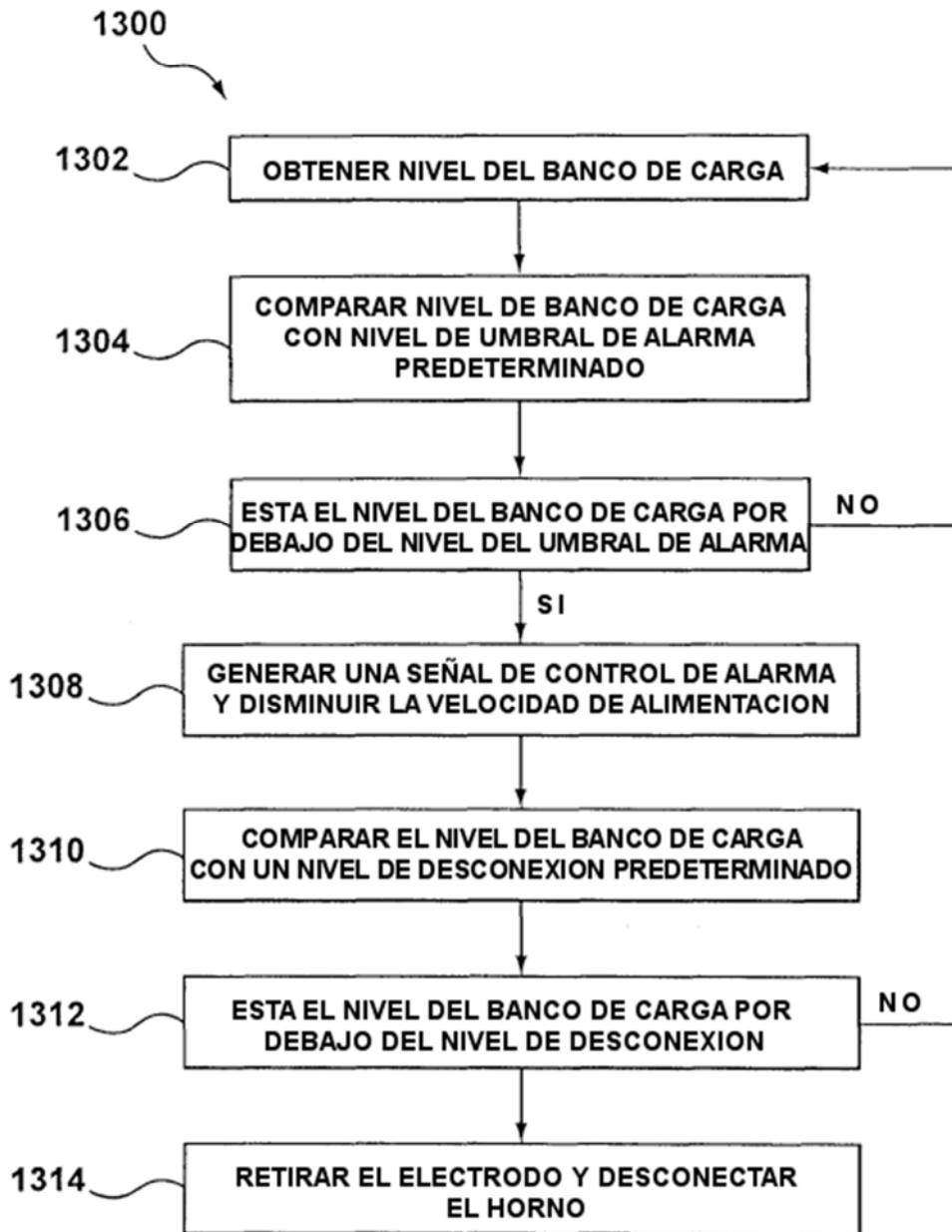


FIG. 12



**FIG. 13**

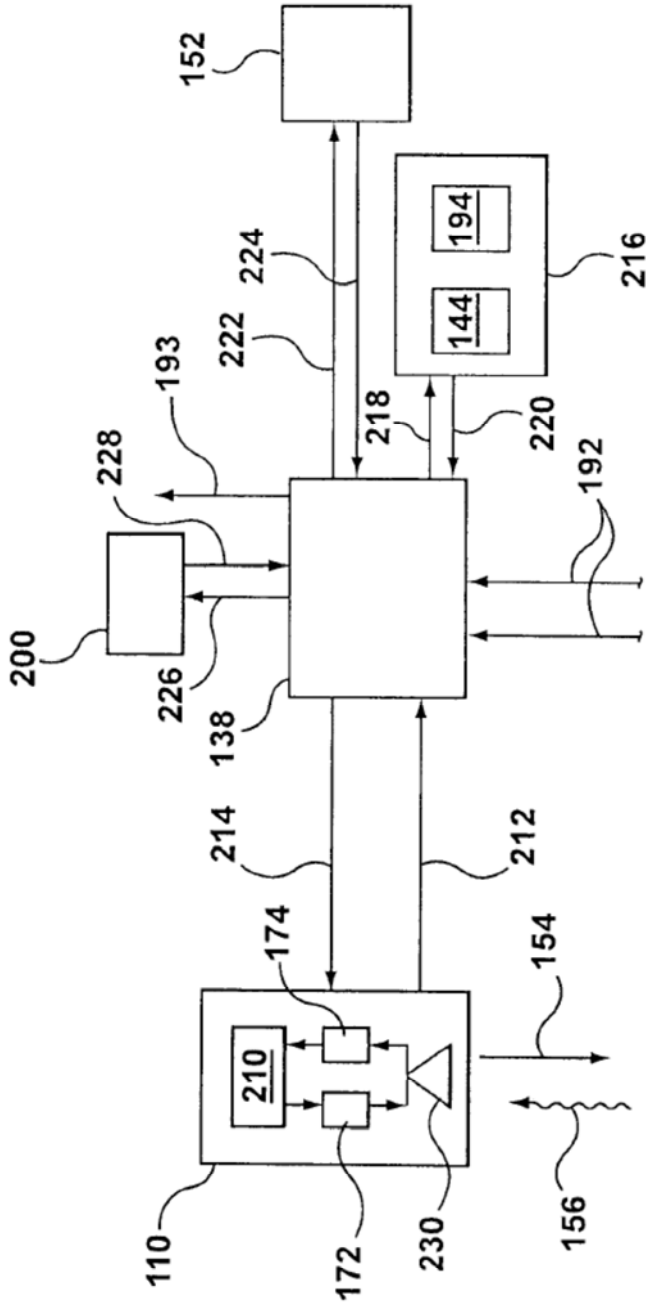


FIG. 14