



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 428**

51 Int. Cl.:

**F27B 1/21** (2006.01)

**F27D 19/00** (2006.01)

**F27D 21/00** (2006.01)

**C04B 7/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05425847 .0**

96 Fecha de presentación : **29.11.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1790930**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.05.2007**

54

Título: **Método para el control y mando de un horno para el quemado de material aglomerado y el horno relativo.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.07.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.07.2011**

73

Titular/es:

**TRADING ENGINEERING TECHNOLOGIES L.L.C.  
25 Greystone Manor  
Lewes, Delaware 19958, US**

72

Inventor/es: **Foster, John B.**

74

Agente: **Justo Bailey, Mario de**

**ES 2 362 428 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

Método para el control y mando de un horno para el quemado de material aglomerado y el horno relativo

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para el control y mando de un horno para el quemado de material aglomerado. En particular, la invención trata de un método de control y mando de un horno para el quemado y la sinterización de material aglomerado, tal como caliza, dolomita y similares, que permite un control profundo de la cantidad y calidad del material quemado.

### **Estado de la técnica**

Los hornos de cal siempre necesitan sistemas de control cada vez mejores para monitorizar la cantidad de producción y además la calidad de los productos para producir cal con características de pureza y/o reactividad adecuada para satisfacer las diferentes necesidades de las industrias de la cal, el papel, el acero, los productos químicos, los minerales, el azúcar, la bauxita, agrícolas y de la construcción.

La producción de cal se deriva del proceso de quemado muy conocido (calcinación) de caliza natural  $\text{CaCO}_3$  para obtener cal  $\text{CaO}$  gracias a la reacción:



habitualmente realizada en hornos de cuba con sección circular, semicircular, elíptica, cuadrada o rectangular, un horno de doble cuba, horno regenerativo u horno anular.

En particular, la caliza, dolomita o materiales aglomerados similares se cargan desde la parte superior de un horno que se extiende a lo largo de un eje longitudinal casi vertical. El material pasa desde la parte superior hasta la parte inferior a través de una zona de precalentamiento, una zona de calcinación incluida entre dos o tres niveles de quemadores, una zona de poscalcinación, una zona de enfriamiento y una zona de descarga del material calcinado.

Por tanto, la cantidad y calidad de la cal que se obtiene proviene de diferentes etapas de tratamiento a las que se somete el material aglomerado en las diferentes zonas dentro del horno. Por tanto, es importante revisar las condiciones de funcionamiento del horno de la mejor manera posible para poder hacerse funcionar de manera eficaz en caso de anomalías en el proceso de producción y proporcionar una cantidad y cualidad constantes del producto final.

En la actualidad, no existe un método para controlar de manera sustancialmente automática ni la cantidad del producto final obtenida ni la calidad del material.

### **Sumario de la invención**

Por tanto, el problema en el fundamento de esta invención es en general el de proporcionar un método de control y mando de un horno para el quemado de materiales aglomerados que permite comprobar la cantidad y la calidad del producto final.

Este problema se resuelve mediante un método automático de control y mando del producto de quemado de un horno para el quemado de materiales aglomerados tal como se describe en la reivindicación principal adjunta.

Un primer objeto de la invención es el de proporcionar un método de control y mando de un horno para el quemado de material aglomerado.

Un segundo objeto de la invención es un horno para el quemado de material aglomerado que permite comprobar la producción de los materiales para los campos mencionados anteriormente.

### **Breve descripción de los dibujos**

Resultarán más evidentes ventajas y características adicionales de esta invención con la siguiente descripción detallada de la invención, proporcionada como un ejemplo no limitativo, en referencia a las siguientes figuras, en las que:

- la figura 1 representa una vista esquemática de un horno para el quemado de material aglomerado;
- la figura 2 representa un detalle del horno en la figura 1 referente a la zona de descarga;
- la figura 3 representa un diagrama de bloques del control de funcionamiento del horno en la figura 1.

### Descripción detallada de la invención

5 La idea básica de esta invención es diseñar un método que permita controlar de una manera fácil, constante y automática la cantidad y/o calidad del producto final obtenido del quemado de los materiales aglomerados.

De hecho, se ha observado que la cantidad del producto quemado puede cambiar mucho en un periodo de tiempo específico en relación con las diferentes condiciones del horno, tales como la carga del material que va a quemarse, el tiempo de residencia en las diferentes zonas de tratamiento, la eficacia de la reacción de combustión y otras más. 10 Además, la calidad del producto final también puede variar de manera considerable según el grado de quemado de las materias primas.

En particular, se ha observado que el material puede exponerse a un tratamiento térmico no uniforme a lo largo de toda la trayectoria en el horno, de modo que los productos finales pueden obtenerse con cantidades variables de los 15 componentes. Por ejemplo, durante el proceso de quemado de materiales de caliza o dolomita para la producción de cal, algunas zonas del horno pueden verse influidas por los vientos que enfrían la pared externa del horno. En este caso, en esta zona específica la temperatura de combustión puede disminuir, incluso mucho, en comparación con la zona opuesta no influida por los vientos. Como consecuencia de esto, la cal debía haberse sometido a un proceso de calcinación inferior en la zona influida por el viento en comparación con la otra. En otras palabras, en la zona 20 influida por los vientos, el material de cal habrá perdido menos componentes en comparación con la que está protegida. Es obvio que la cal que proviene de la zona del horno influida por los vientos tendrá un mayor peso en comparación con la zona opuesta porque la cal contendrá una mayor cantidad de componentes residuales (específicamente, una mayor cantidad de  $\text{CaCO}_3$ ).

25 Basándose en esta observación, se ha diseñado un método de control y mando de un horno para el quemado de materiales aglomerados que permiten monitorizar la cantidad y la calidad de este material de quemado.

El método de control y mando del horno para el quemado de materiales aglomerados según esta invención que comprende las etapas de:

- 30 a) proporcionar un horno que tiene al menos dos secciones que terminan con una descarga respectiva;
- b) recoger una unidad de volumen fijada previamente de material quemado de cada una de las descargas;
- 35 c) pesar esta unidad de volumen fijada previamente de material quemado;
- d) enviar una señal eléctrica o electromagnética a una unidad de control y mando (CCU, del inglés *control and command unit*) indicando el valor de pesada para la unidad de volumen; y
- 40 e) comparar el valor de pesada para la unidad de volumen fijada previamente con un valor de peso preestablecido para esta unidad de volumen fijada previamente.

En general, si el valor de la etapa c) fuera superior al valor fijado previamente para la comparación, se realizará una monitorización visual y/o una intervención para mantenimiento, corrección directamente en la regulación del horno. 45 La intervención visual permite controlar, especialmente en las zonas de quemado, si hay anomalías estructurales evidentes. En consecuencia, es posible actuar en la parte exacta del horno en la que se ha observado la anomalía y realizar el mantenimiento y/o correcciones necesarios.

En particular, puede realizarse la etapa b) para recoger el volumen fijado previamente de material quemado, por ejemplo a través de medios volumétricos tales como por ejemplo una tabla volumétrica, muy conocida en el campo, que se describirá a continuación en el presente documento. 50

La etapa c) de pesada puede realizarse a través de medios de pesada tales como balanzas, muy conocidas también en el campo. 55

La etapa de enviar una señal eléctrica o electromagnética se lleva a cabo enviando, de manera constante y automática, dichas señales a la unidad de control y mando y posteriormente en el presente documento elaborarse en valores numéricos indicativos del peso del producto quemado recogido por los medios de recogida.

60 La etapa d) también puede realizarse así por una unidad de control y mando tal como un procesador electrónico, cuya descripción detallada vendrá a continuación, que compara los valores numéricos tomados de las señales que provienen de los medios de pesada con valores numéricos fijados previamente dependiendo de las necesidades o los requisitos. La comparación permite indicar además de la cantidad de producto exacta y real descargada por el horno también las variaciones, más o menos importantes, que indican el grado de los productos quemados.

65 Si por ejemplo el peso medido, al volumen dado, fuera superior al valor numérico fijado previamente significaría que

cierta cantidad de caliza que no se quema está en el producto descargado por el horno o, en otras palabras, el producto final aún contiene CO<sub>2</sub> residual. Esta comprobación puede realizarse automáticamente gracias a la unidad de control y mando.

5 Además, usando el principio de correlación entre el volumen constante y el peso correspondiente, significa densidad igual a peso por volumen, es posible evaluar la densidad del producto quemado. Si la densidad permanece sustancialmente igual para cada descarga de material, significa que el horno funciona uniformemente. En particular, si se fija previamente una densidad, es posible controlar de manera constante y automática, si el producto final corresponde a lo que se fija previamente o si hay algún cambio relevante de modo que se requiere una intervención en el funcionamiento del horno.

15 Por ejemplo, en caso cuando se usa el horno para la calcinación, el valor convencional de la cal que puede fijarse como densidad comprende entre 0,7 y 0,9 ton/m<sup>3</sup>. En este caso, al volumen descargado dado, se controla el peso y por tanto se calcula el peso específico de la cal obtenida mediante la calcinación. Si el peso específico calculado está entre el intervalo anterior, significa que la cal se calcina correctamente. Si el peso específico es superior al intervalo anterior, significa que la cal aún contiene CO<sub>2</sub> residuales o, en otras palabras, no se ha calcinado una parte de CaCO<sub>3</sub> y por tanto algo falla en el proceso de quemado.

20 Ventajosamente, el método de la invención puede incluir una etapa de señales de transmisión de señales a medios para la distribución de combustible y/o medios para la distribución de comburente para regular el quemado del material dentro del horno. Preferiblemente, las señales se envían a haces de quemadores que comprenden lanzas de distribución de combustible y a cámaras de comburente de inyección acopladas para cada lanza o grupo de lanzas. En particular, estas señales pueden tener el mando sobre elementos de control del suministro de combustible o comburente, tales como válvulas, al nivel de cada lanza o grupo de lanzas y cámaras correspondientes.

Esta etapa permite además influenciar en la reacción de calcinación a través de la regulación de la combustión, variando la cantidad y la razón entre combustible y comburente

30 El dispositivo de descarga y control se acciona en dos o más secciones del horno correspondientes a partes longitudinales de calcinación descendente para el material aglomerado. De esta manera, la descarga puede controlarse al mismo tiempo en varias partes del horno para comprobar si el quemado es homogéneo en toda la sección del horno o si hay variaciones importantes. Por ejemplo, en caso de un horno con una sección transversal dividida en cuatro partes que terminan cada una con una descarga, el método descrito anteriormente puede llevarse a cabo al nivel de cada descarga. Como consecuencia de esto puede realizarse una regulación incluso más precisa de la descarga del material y del control y mando del horno a través de una intervención en cada zona del horno en la que debe observarse una desviación de la cantidad fijada previamente del material descargado o de la calidad de la cal producida.

40 Preferiblemente, el método de la invención comprende también una etapa de control y mando de la cantidad del aire precalentado alimentado a cada lanza o grupo de lanzas de los haces de quemadores.

45 Se observa que el método puede incluir también otras etapas de control y mando, por ejemplo de la regulación de la descarga de gas de escape en la parte superior del horno, de la circulación de los fluidos de enfriamiento de las partes expuestas a un calentamiento alto y otras operaciones convencionales de un horno para el quemado del material aglomerado. La ventaja de este control y mando es el de obtener un sistema integrado completo de supervisión y regulación de todos los parámetros del horno de manera combinada y sinérgica para mantener las condiciones óptimas de funcionamiento del horno. Estas etapas adicionales de mando y control pueden realizarse con un sistema de gestión integrado que funciona con un soporte electrónico tal como el dispositivo electrónico de la unidad de mando y control.

Según el segundo objeto de la invención, en referencia a las figuras 1 a 3, se describirá a continuación un horno para el quemado de material aglomerado.

55 En la figura 1, un horno para el quemado de material aglomerado se representa esquemáticamente con el número de referencia 1. El horno 1 incluye:

- al menos dos secciones que terminan con una descarga respectiva;

60 comprendiendo dicho horno para cada descarga:

- medios (2) para la recogida de un volumen fijado preestablecido del material aglomerado después de la calcinación de cada una de las descargas;

65 - medios (3) para la pesada de los materiales recogidos por estos dichos medios de recogida;

- medios para la comparación del valor de pesada para la unidad de volumen fijada previamente con valor de peso preestablecido para esta unidad de volumen fijada previamente.

5 Preferiblemente, el horno 1 puede incluir además una unidad de control y mando CCU (representada esquemáticamente en la figura 3) conectada a estos medios 3 de pesada para recibir las señales eléctricas que representan valores numéricos referidos al peso del material recogido por los medios de recogida y compararlos con los valores numéricos fijados previamente que indican el peso del material.

10 El horno 1 puede ser cualquier tipo de horno vertical, como el que se describe en la introducción, para el quemado de material aglomerado tal como materiales de caliza o dolomita que incluye, desde la parte superior hasta la parte inferior una zona 4 de carga, una zona 6 de precalentamiento, una zona 6 de calcinación, una zona 7 de poscalcinación (opcional), una zona 8 de enfriamiento y una zona 9 de descarga.

15 La zona 4 de carga puede equiparse con una abertura 41 de carga, equipada con un tapón 42 cónico de cierre/de apertura para el paso del material aglomerado. Preferiblemente, en la compuerta 42, el material aglomerado se distribuye a la zona 5 de precalentamiento dentro del horno a través de uno o más tubos 43 bifurcados que pueden dividirse en tubos bifurcados secundarios y permitir una distribución uniforme del material en cada parte de la sección transversal del horno.

20 La zona 6 de precalentamiento representa la zona en la que los materiales se exponen en los gases de escape calientes ascendentes producidos en la zona 6 de combustión. De esta manera, el material alcanza la zona de combustión o calcinación ya precalentado o secado.

25 La zona 6 de calcinación representa la zona en la que está la calcinación o el quemado de los materiales aglomerados gracias a la acción de los quemadores 61 (representados esquemáticamente) ubicados en dos niveles. En esta zona tiene lugar el quemado real de los materiales. En particular, los quemadores 61 se incorporan en los haces de quemadores enfriados preferiblemente por aceite y se representan mediante lanzas (no mostradas), en las que fluye un combustible en su interior que se mezcla con la cantidad correcta de comburente y se enciende cerca de las salidas de los haces de quemadores.

30 La zona 7 de poscalcinación representa una zona en la que el material permanece durante un periodo de tiempo prolongado para dejar que el material quemado alcance las características adecuadas de reactividad y CO<sub>2</sub> residual.

35 La zona 8 de enfriamiento representa una zona en la que el material transformado se expone al aire frío que proviene de la parte inferior del horno.

La zona 9 de descarga representa una última zona del horno desde la que se descarga automáticamente el producto terminado a través de una o más tolvas 10 de descarga convencionales representadas esquemáticamente en las figuras 1 y 2.

40 En particular, tal como se muestra mejor en la figura 2, cada tolva 10 de descarga se acopla a medios 2 de recogida correspondientes de los materiales quemados, tales como medios de extracción volumétrica convencionales. Preferiblemente, el extractor 2 volumétrico convencional se representa mediante una tabla de descarga volumétrica que incluye un elemento 21 de caja abierto en la parte superior, para recibir el material quemado que cae desde la tolva 10 de descarga, y en un lado permitir la descarga del material. En particular, la descarga tiene lugar a través de una pared 22 opuesta al lado de descarga y se mueve por un pistón 23 para empujar el material a este lado de descarga como una paleta. Ha de observarse que el movimiento del pistón tiene lugar cuando la tabla se llena de material, es decir cuando se alcanza el volumen fijado previamente. Resulta que la descarga del material se realiza de manera exacta y constante, esto significa después de haber alcanzado el volumen fijado previamente.

50 En correspondencia con el lado de descarga de los medios 2 de recogida volumétricos, están ubicados los medios 3 de pesada, tales como balanzas convencionales. Los medios 3 de pesada reciben el volumen que cae del material descargado por los medios 2 de recogida y registran el peso del material recogido.

55 Finalmente, los medios 3 de pesada, después de haberse detectado el peso, descargan el material en una tolva 11 de recogida, que al final está equipada con un sistema convencional de extracción para alimentar una cinta 12 transportadora.

60 La unidad de control y mando CCU, representada esquemáticamente en la figura 3, puede incluir un procesador electrónico convencional con una memoria en la que se guardan datos de referencia referidos, por ejemplo a un peso fijado previamente para cada volumen unitario del material recogido y descargado por los medios 2 de recogida. Además, la unidad de control y mando CCU se comunica con cada dispositivo 3 de pesada para recibir señales eléctricas y electromagnéticas que, tal como se explicó anteriormente, se cambian a valores numéricos por el procesador, representativos del peso detectado por cada dispositivo 3 de pesada. El procesador permite comparar los valores guardados con los valores procesados por las señales recibidas en tiempo real y de manera automática y señalar posibles variaciones importantes.

A partir de la descripción anterior, es evidente que el horno 1 de la invención, permite ventajosamente un control exacto de la cantidad de material quemado producido y, al mismo tiempo, un control de la calidad de este material gracias a la combinación de la pesada para un volumen fijado.

- 5
- Se proporciona otra ventaja por el hecho de que la unidad de control y mando CCU puede conectarse con los quemadores 61 para enviar las señales de control para regular el flujo y distribución de combustible y/o comburente en caso que se detecte una variación de peso del material en los medios 3 de pesada, tal como se explicó ya. En otras palabras, si la unidad de control y mando CCU toma un peso superior al valor de pesada fijado previamente, se
- 10
- proporciona una señal a los quemadores, para aumentar el calentamiento a través del circuito cerrado de control. Además, el horno está dividido en varias partes, tal como se explicó ya anteriormente, es posible detectar diferencias de pesada entre estas partes y controlar independientemente los quemadores de modo que el quemado sea uniforme y se obtenga un producto homogéneo. Por ejemplo, tal como se describió ya anteriormente, en caso que una parte del horno esté expuesta a vientos muy fuertes que provocan un enfriamiento local en la carcasa
- 15
- externa con un grado de quemado inferior consecuente, la unidad de mando y control puede actuar sobre los quemadores ubicados en esta parte para aumentar su eficacia. Alternativamente, es posible regular los quemadores de las diferentes partes del horno para obtener al mismo tiempo productos finales con diferentes características, por ejemplo reactividad, dependiendo de las diferentes necesidades, sólo con un horno.
- 20
- Preferiblemente, la unidad de control y mando puede conectarse con medios de control de la distribución de combustible y comburente, tales como válvulas, para cada lanza o grupo de lanzas alojadas dentro de los haces de quemadores. De esta manera, la regulación de ajuste fino del proceso de combustión puede realizarse para cada haz de quemadores, evitando la falta de eficacia y que se desperdicie combustible.

## REIVINDICACIONES

1. Método para el control y el mando de un horno para el quemado de material aglomerado, incluye las etapas de:
- 5 a) proporcionar un horno que tiene al menos dos secciones que terminan con una descarga respectiva;
- b) recoger una unidad de volumen fijada previamente de material quemado de cada una de las descargas;
- 10 c) pesar esta unidad de volumen fijada previamente de material quemado;
- d) enviar una señal eléctrica o electromagnética a una unidad de control y mando (CCU) indicando el valor de pesada para la unidad de volumen; y
- 15 e) comparar el valor de pesada para la unidad de volumen fijada previamente con un valor de peso preestablecido para esta unidad de volumen fijada previamente.
2. Método según la reivindicación 1, en el que si el valor detectado en la etapa c) es superior al valor fijado previamente se realiza o bien una intervención visual para monitorizar el horno y/o bien un mantenimiento del horno.
- 20 3. Método según las reivindicaciones 1 ó 2, que incluye también una etapa, en la que dicha unidad de control y mando envía señales eléctricas o electromagnéticas a los medios de distribución de combustible y/o distribución de comburente para regular el quemado de estos materiales después de la etapa e) de comparación.
4. Método según la reivindicación 3, en el que esta etapa se realiza enviando señales a medios de regulación del combustible y comburente, tales como las válvulas de dichos medios de distribución de combustible y/o comburente.
- 25 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 anteriores, en el que la etapa b) se realiza a través de medios de recogida volumétricos tales como tablas volumétricas.
- 30 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 anteriores, en el que la etapa c) se realiza a través de una balanza.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 anteriores, en el que la unidad de control y mando (CCU) comprende un procesador electrónico que recibe dichas señales de medios (3) de pesada y los convierte en valores numéricos, representativos del peso del material quemado para compararlos con valores numéricos preestablecidos.
- 35 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, realizándose este método independientemente en una o más partes de la zona de descarga del material quemado.
- 40 9. Horno (1) para el quemado de los materiales aglomerados, que comprende:
- al menos dos secciones que terminan con una descarga respectiva;
- 45 comprendiendo dicho horno para cada descarga:
- medios (2) para la recogida de un volumen fijado preestablecido del material aglomerado después de la calcinación de cada una de las descargas;
- 50 - medios (3) para la pesada del material recogido por estos dichos medios de recogida;
- medios para la comparación del valor de pesada para la unidad de volumen fijada previamente con valor de peso preestablecido para esta unidad de volumen fijada previamente.
- 55 10. Horno (1) según la reivindicación 9, en el que una unidad de control y mando (CCU) está conectada a estos medios (3) de pesada para recibir señales eléctricas y electromagnéticas que representan valores numéricos referidos al peso del material recogido por los medios de recogida y compararlos con valores numéricos preestablecidos indicativos del peso de estos materiales.
- 60 11. Horno (1) según la reivindicación 10, en el que esta unidad de control y mando (CCU) también está conectada a los medios (61) de combustión para enviar señales de mando para regular la distribución de combustible y comburente dentro del horno.
- 65 12. Horno (1) según la reivindicación 11, en el que dichos medios (61) de combustión están representados por haces de quemadores que comprenden lanzas para la distribución del combustible y contenidos en cajas para cada lanza o grupos de lanzas para la distribución de comburente.

13. Horno (1) según la reivindicación 12, en el que esta unidad de control y mando (CCU) envía señales a estos medios para la regulación de combustible y/o comburente de dichos medios (61) de combustión.
- 5 14. Horno (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende desde la parte superior hasta la parte inferior a lo largo de un eje casi vertical una zona (4) de carga, una zona (5) de precalentamiento, al menos dos zonas (6) de combustión, una poscalcinación (7), una zona (8) de enfriamiento, una zona (9) de descarga.
- 10 15. Horno (1) según la reivindicación 14, en el que la zona (4) de carga incluye una abertura (41) de carga equipada con un tapón (42) cónico de apertura/cierre para el paso y la distribución del material aglomerado en uno o más tubos (5) bifurcados que distribuyen este material uniformemente a toda la sección transversal del horno.
- 15 16. Horno (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 14 ó 15, en el que la zona (9) de descarga incluye una o más tolvas (10) de descarga acopladas a estos medios (2) de recogida.
17. Horno (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, en el que estos medios (2) de recogida incluyen una tabla (21) de descarga volumétrica.
- 20 18. Horno (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, en el que estos medios (3) de pesada incluyen balanzas (31) ubicadas en correspondencia con los medios (2) de recogida para recibir el material quemado que cae.
19. Horno (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 18, en el que el horno es un horno de doble cuba, horno regenerativo u horno anular de sección circular, semicircular, elíptica, cuadrada o rectangular.

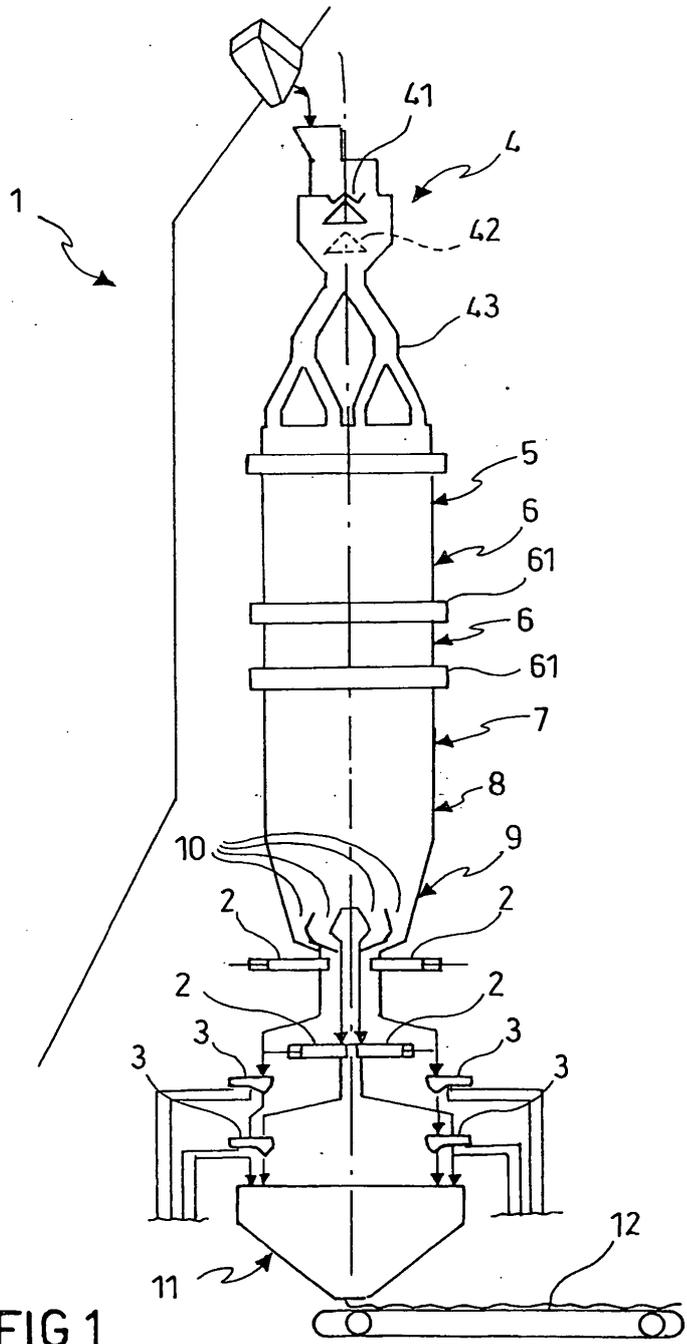


FIG.1

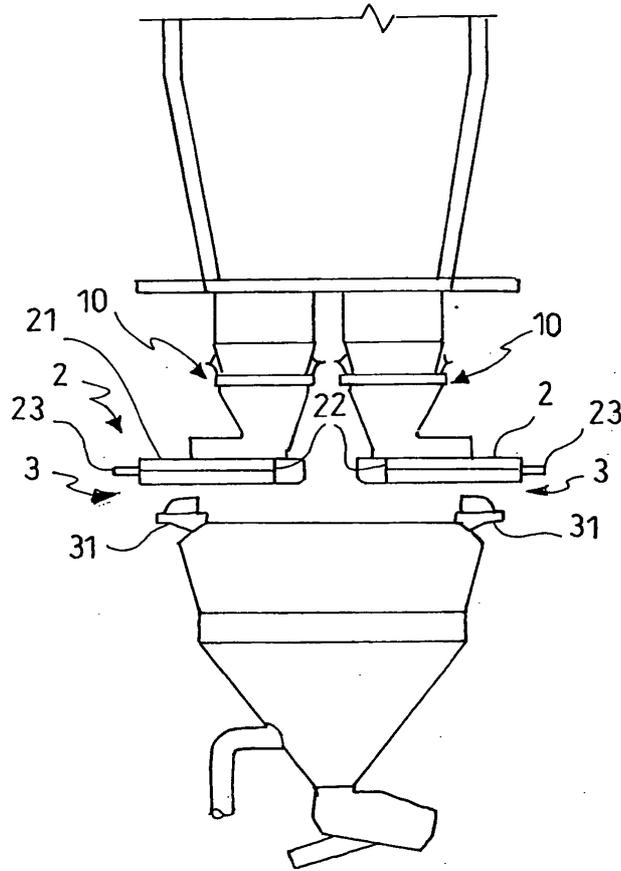


FIG. 2

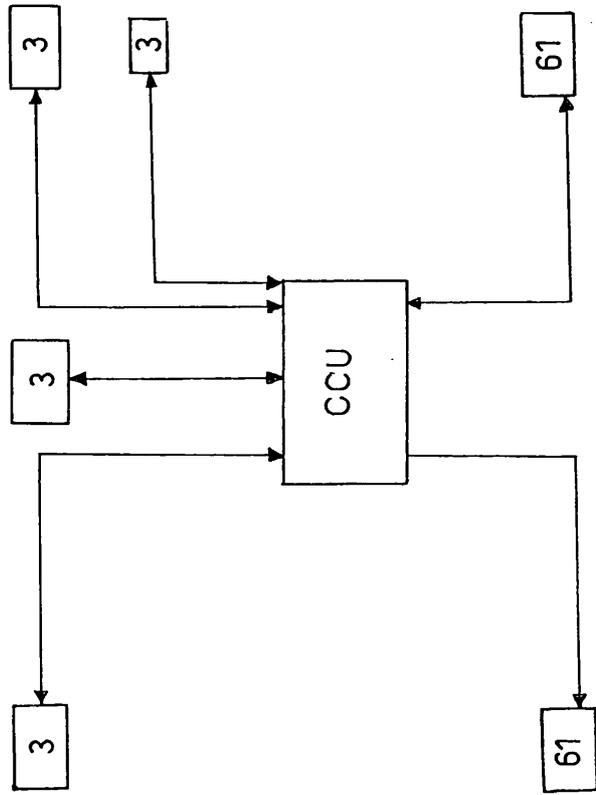


FIG. 3