

407010



A1 407.010 750216 F 28 C 3/12

Int. Cl.: F28C/C04B

F.C. 4-6-75

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de

KLOCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT, de nacionalidad alemana, residente en Köln-80, Deutz-Mulheimer-Strasse 111 (Republica Federal Alemana) por: "PROCEDIMIENTO PARA REGULAR LA PROPORCION CUANTITATIVA ENTRE GAS Y MATERIAL DE GRANO FINO EN INTERCAMBIADORES DE CALOR DE LECHO FLUIDIZADO"

Memoria Descriptiva

5 El invento se refiere a un procedimiento para regular un dispositivo de precalentamiento hecho funcionar con gases de salida calientes de hornos en lo que se refiere a la proporción cuantitativa entre gas y material de grano fino, procedimiento en el que el material de grano fino, en especial polvo de cemento en bruto, se caldea en contacto directo con el gas de salida caliente del horno.

407010



10 En instalaciones de calcinación destinadas al  
tratamiento térmico de material de grano fino, por ejemplo,  
en instalaciones para la obtención de cemento clinker, los  
gases de salida calientes que abandonan el horno son hechos  
pasar, a efectos de reducir el consumo de calor, a través  
de un dispositivo de precalentamiento, en el que el material  
de grano fino cargado, el llamado polvo de cemento en bruto,  
15 es caldeado en contacto directo con los gases de salida ca-  
lientes del horno. Los gases de salida, que escapan del hor-  
no a una temperatura de aproximadamente 1100° C, son enfria-  
dos a este respecto en el dispositivo de precalentamiento  
hasta aproximadamente 300° C por el polvo de cemento en bru-  
20 to, con lo que se caldea el polvo de cemento en bruto, que  
abandona el dispositivo de precalentamiento con alrededor de  
800 a 900° C, para penetrar en el horno de tambor giratorio,

25 La calidad del cemento clinker producido en el hor-  
no de tambor giratorio depende entonces - presupuesta la ho-  
mogeneidad precisa del polvo de cemento en bruto- de un buen  
régimen del horno de tambor giratorio, en especial de un buen  
régimen de la zona de sinterización. El control y la regula-  
ción de la zona de sinterización se llevan a cabo en las mo-  
dernas instalaciones de calcinación con ayuda de circuitos de  
30 regulación del horno, en sí conocidos, en los que la alimen-  
tación del combustible, el número de revoluciones del horno y  
eventualmente la cantidad de material de carga, son regulados

407010



sustancialmente en función de la temperatura de la zona de sinterización. De influencia sustancial para una temperatura ampliamente constante de la zona de sinterización, es también una proporción lo más constante posible entre la cantidad de gases de salida del horno y la cantidad de material cargada en el dispositivo de precalentamiento, puesto que únicamente así se puede conseguir que la temperatura del polvo en bruto precalentado que penetra en el horno de tambor giratorio permanezca lo más constante posible.

La medición de la cantidad de gas hecha pasar a través del dispositivo de precalentamiento se venía realizando hasta ahora con ayuda de tubos venturi o de diafragmas de estrangulación. Ahora bien, estos dispositivos motivan una resistencia adicional de los fluidos en las tuberías del dispositivo de precalentamiento y originan una pérdida permanente de presión de aproximadamente 20 mm de columna de agua, que tiene que ser compensada con un gasto adicional de energía de unos 0,15 kwh por tonelada de clínker producido. A esto se viene a sumar que la medición de la cantidad de gas por medio de un tubo venturi o de un diafragma de estrangulación en los gases de salida del horno, muy cargados de polvo, resulta muy costosa en el entretenimiento, debido a las adherencias y fenómenos de abrasión que se producen. También con dispositivos de soplado automáticos se

407010

26



60 puede realizar tan solo una limpieza de la toma de presión.  
En cambio no se pueden eliminar errores de medición origina-  
dos por adherencias del material dentro de los tubos venturi.  
Una regulación segura de la proporción cuantitativa entre gas  
y material en gamas amplias de regulación con los dispositi-  
vos conocidos, lleva inherente un gasto considerable.

65 La misión del invento estriba en encontrar un pro-  
cedimiento de regulación que permita una regulación segura y  
sencilla de la proporción cuantitativa entre gas y material  
de grano fino en el dispositivo de precalentamiento. Esto se  
consigue, conforme al invento, por el hecho de que, dada una  
cantidad determinada de carga de material, la cantidad de gas  
70 de salida impulsado a través del dispositivo de precalenta-  
miento es regulada por la temperatura de los gases de salida  
medida detrás del dispositivo de precalentamiento, preferen-  
temente de manera automática. El invento parte a este parti-  
cular del conocimiento de que, a condición de que en la zona  
75 de sinterización exista un régimen uniforme y que la canti-  
dad de carga de material esté predeterminada, la temperatura  
de los gases de salida representa un valor representativo pa-  
ra la cantidad de gases hechos pasar a través del dispositivo  
de precalentamiento. En efecto, si desciende la cantidad de  
80 gases de salida hechos pasar a través del dispositivo de pre-  
calentamiento, entonces desciende también correspondientemen-  
te la temperatura de los gases de salida al seguir siendo la



407010

85 misma la cantidad de material cargado, puesto que los gases de salida son enfriados más fuertemente por la ahora relativamente mayor cantidad de material cargado. De ello se obtiene una medida para la proporción cuantitativa o respectivamente para la cantidad de gases de salida hechos pasar a través del dispositivo de precalentamiento.

90 En el procedimiento conforme al invento, y a base de este conocimiento, se aprovecha con ventaja el hecho de que las temperaturas de gases, incluso cargados de polvo, pueden ser medidas sin errores de medición dignos de mención, y sin necesidad de vigilancia ninguna. Con ayuda del valor de temperatura medido se puede ahora elevar o disminuir correspondientemente el número de revoluciones de los sopladores para los gases de salida, dispuestos usualmente detras del dispositivo de precalentamiento, para mantener una proporción cuantitativa óptima entre los gases de salida del horno y el material cargado, fijada a base de la experiencia.

100 El mantenimiento constante de una proporción cuantitativa óptima entre los gases de salida y el material cargado, mediante la variación de la cantidad de gases de salida impulsados a través del dispositivo de precalentamiento, se efectúa, de acuerdo con una forma de realización del invento, por el hecho de que se mantiene un valor nominal predeterminado de la temperatura. Esto puede realizarse con ayuda de dispositivos de regulación sencillos, ya conocidos, en

105

407010



310 los que el valor real medido de la temperatura de los gases de salida se compara con el valor nominal predeterminado de la temperatura de los gases de salida, ajustando correspondientemente los números de revoluciones de los sopladores para los gases de salida, dispuestos detrás del dispositivo de precalentamiento.

315 Ahora bien, como una de estas instalaciones de calcinación de cemento representa un trayecto de regulación relativamente complicado, en el que las intervenciones de regulación fundamentales son realizadas por el circuito de regulación del horno mencionado al principio, es preciso que el régimen conforme al invento de los gases de escape, régimen  
320 que a base de su influencia sobre la temperatura final del polvo en bruto influye también indirectamente en el régimen de la zona de sinterización, sea adaptado al circuito de regulación del horno. Esto se realiza, de acuerdo con una mejora especialmente ventajosa del invento, por el hecho de  
325 que el valor nominal para la temperatura de los gases de salida se ajusta en función del contenido de  $O_2$  en los gases de salida del horno, de tal modo que al alcanzarse un contenido mínimo predeterminado de  $O_2$ , se eleva el valor nominal de la temperatura, mientras que al alcanzarse un contenido  
330 máximo predeterminado de  $O_2$ , se reduce el valor nominal de la temperatura. El acoplamiento conforme al invento del circuito de regulación para el régimen de los gases de salida,

407010

26



335 permite una adaptación automática al circuito de regulación del horno y, al mismo tiempo, una ayuda ventajosa para el circuito de regulación del horno.

El procedimiento conforme al invento será explicado con más detalle a base de la representación esquemática de una instalación para la producción de cemento clinker.

340 Delante de un horno de tambor giratorio 1 se halla montado un dispositivo de precalentamiento 2. Este consiste, por ejemplo, en cuatro ciclones superpuestos, que están unidos entre sí a través de tuberías, siendo atravesados sucesivamente desde abajo hacia arriba por los gases de salida calientes del horno. El polvo de cemento en bruto que se pretende caldear, es cargado mediante un dispositivo dosificador 3, por ejemplo, una báscula dosificadora para cintas de transporte, en la tubería del último ciclón, visto en la dirección de flujo de los gases, y llega escalonadamente al

345

350

355

horno de tambor giratorio, en contra de la corriente caliente de gases. Los gases de salida del horno, enfriados por el intercambio de calor con el material de grano fino, son extraídos del dispositivo de precalentamiento a través de una conducción 4 para gases de salida, con ayuda de un ventilador aspirante 5. Detrás del ventilador, los gases de salida del horno son evacuados a través de una instalación de molienda 6 y/o a través de un dispositivo de desempolvado 7, por ejemplo, un filtro electrostático. Para el desacoplamiento del

407010



360 sistema horno-intercambiador de calor se halla dispuesto  
otro ventilador aspirador 8 detrás del filtro electrostá-  
tico. Asimismo está previsto en el circuito del molino  
usualmente un correspondiente ventilador para el aire en  
circulación.

365 Para la puesta en Practica del procedimiento de  
regulación conforme al invento, se halla dispuesto un piró-  
metro 9 en la conducción 4 de los gases de salida. Se trata  
a este particular preferentemente de un termoelemento con  
un delgado tubo protector, con objeto de mantener lo menor  
posible el retardo de tiempo de la medición de la tempera-  
tura. La señal de medida saliente del pirómetro es alimentada  
370 a través de un transductor de medida 10 a un regulador  
ll de la temperatura de los gases de salida. El valor de la  
medida, que representa el valor real de la temperatura de  
los gases de salida, se compara en el regulador con el valor  
nominal predeterminado. En caso de ser menor que el valor  
375 nominal, se eleva correspondientemente el número de revolu-  
ciones del ventilador aspirador 5, y si es mayor, se reduce  
el número de revoluciones correspondientemente.

380 Para adaptar el circuito descrito de regulación de  
los gases de salida al circuito de regulación del horno,  
por el que se regula la zona de sinterización, se ha pre-  
visto, de acuerdo con el invento, un ajuste automatico del  
valor nominal para el regulador ll de la temperatura de los



gases de salida. Partiendo del conocimiento de que las intervenciones de regulación del circuito de regulación del horno, que en primer término originan un ajuste de la alimentación de combustible, se ponen de manifiesto asimismo en una variación del contenido de  $O_2$  en los gases de salida del horno, se ha previsto en la corriente de gases de salida, detras del horno, un dispositivo 12 para medir el contenido de  $O_2$ . Se dispone éste convenientemente detras del ventilador aspirador 5, puesto que en este lugar, y como consecuencia de la influencia del ventilador de corriente de aspiración 8 situado detras del electro-filtro, existe en las tuberías, bien sea equilibrio de presión con el medio ambiente, o una ligera sobrepresión que facilita la toma de muestras de los gases. La señal generada por el dispositivo de medición de los gases, es alimentada a un ajustador 13 del valor nominal, que preferentemente recibe forma de avisador de valor límite, siendo comparada allí con valores nominales predeterminados, o respectivamente con valores límites de contenido de  $O_2$  en los gases de salida del horno. Al variar el contenido medido de  $O_2$  con respecto a los valores predeterminados, la señal saliente del ajustador del valor nominal es superpuesta al valor nominal ajustado del regulador 11 de la temperatura de los gases de salida, es decir, que se suma o sustrae de acuerdo con el ajuste preciso del valor nominal. Gracias a ello es posible

407010



410 que al descender el contenido de  $O_2$  en los gases de salida del horno hasta por debajo de un contenido máximo predeterminado, se reduzca el valor nominal de la temperatura y, por consiguiente se eleve o se reduzca correspondientemente el número de revoluciones del ventilador aspirador 5 y, con ello, la cantidad de gases de salida hechos pasar a través del dispositivo de precalentamiento.

415 Durante el funcionamiento resultan en la disposición conforme al invento del circuito de regulación las siguientes repercusiones:

420 Como contramedida del enfriamiento de la zona de sinterización, se eleva por el conocido circuito de regulación del horno la cantidad de combustible, y/o se reduce también la cantidad de polvo en bruto. Ambas medidas originan una temperatura ascendente de los gases de salida y, con ello, un funcionamiento antieconómico. A través del circuito regulador de la temperatura de los gases de salida conforme  
425 al invento, se consigue entonces una reducción de la cantidad de gases de salida, con la disminución correspondiente del exceso de aire, dentro de los límites predeterminados. Ello fomenta un caldeo más rápido de la zona de sinterización. Si en la entrada del horno, o bien, tal como se ha representado en la figura, detrás del dispositivo de precalentamiento, el valor mínimo para el exceso de aire, determinado  
430 conforme al contenido de  $O_2$  en los gases de salida, se

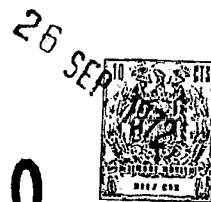
407010



435 queda por debajo del predeterminado, entonces se origina  
a través del régimen automático de valores nominales, me-  
diante el ajustador 13 del valor nominal para la tempera-  
tura de los gases de salida, una elevación del valor nomi-  
nal y, con ello, una elevación de la cantidad de paso de  
gases de salida. Un comportamiento de regulación correspon-  
diente se produce al disminuir el estándar de cal en el pol-  
vo bruto. Como consecuencia de la ahora más fácil calcina-  
ción, así como de la disminución de las necesidades de ca-  
lor para la desacidificación del polvo bruto, se elevan las  
temperaturas en el sistema formado por el horno y el dispo-  
sitivo de precalentamiento, siempre que se mantenga constan-  
te la cantidad de combustible. El circuito regulador de la  
temperatura de los gases de salida reduce entonces la canti-  
dad de gases de salida, y fomenta así en el sentido de ac-  
ción correcta la reducción de la cantidad de combustible ori-  
ginada ahora ya por el circuito de regulación del horno.

440 A base de estos dos ejemplos se puede comprobar  
además que el circuito de regulación de la temperatura de  
los gases de salida previsto conforme al invento reacciona  
también correctamente en el caso de oscilación del grado de  
recuperación del refrigerador 14 del clínker montado detrás  
del horno de tambor giratorio 1. Los ejemplos demuestran asi-  
mismo que el sistema de calcinación formado por el horno de  
tambor giratorio y el dispositivo de precalentamiento es des-

407010



acoplado convenientemente de la presión, tanto de las  
instalaciones de desempolvado y/o de molienda y secado  
460 dispuestas detrás del sistema de calcinación, como tam-  
bién del sistema de refrigeración para el clínker termina-  
do de calcinar, es decir, que tanto en el lugar de unión  
entre la instalación de separación de polvo y /o de molien-  
da y secado, como también en el lugar de unión entre el  
465 horno de tambor giratorio y el sistema de refrigeración  
existe un equilibrio de presión con el medio ambiente. Si  
falta este desacoplamiento de presión, entonces existe el  
peligro de que las influencias de las instalaciones monta-  
das delante o respectivamente detrás sobre la corriente de  
470 los gases, falseen la determinación de la cantidad de los  
gases practicada con ayuda de la medición de la temperatura.

El circuito regulado descrito anteriormente no es-  
tá limitado en su aplicación a instalaciones de calcinación  
de cemento, sino que puede encontrar aplicación con ventaja  
475 para instalaciones correspondientes, por ejemplo, para ins-  
talaciones destinadas a la obtención de óxido de aluminio.

Esta patente de invención se corresponde a la depo-  
sitada en Alemania (Republica Federal Alemana) con el número  
P 21 49 150.9 y tiene la prioridad de fecha 1 de octubre de  
480 1971, por acogerse a los beneficios del artículo 21 del vi-  
gente Estatuto sobre la Propiedad Industrial y del artículo  
4º del Convenio de la Unión de Paris.



REIVINDICACIONES

485 1).- Procedimiento para regular la proporción  
cuantitativa entre gas y material de grano fino en inter-  
cambiadores de calor de lecho fluidizado, procedimiento en  
el que el material de grano fino, en especial polvo de ce-  
mento en bruto, se caldea en contacto directo con el gas de  
490 salida caliente del horno, caracterizado porque, dada una  
cantidad predeterminada de carga de material, la cantidad  
de gases de salida impulsados a través del dispositivo de  
precalentamiento se regula en función de la temperatura de  
los gases de salida medida a través del dispositivo de pre-  
calentamiento, con preferencia de manera automática.

495 2).- Procedimiento de acuerdo con la reivindica-  
ción 1, caracterizado porque la cantidad de los gases de sa-  
lida se regula de tal modo, que se mantiene un valor nomi-  
nal predeterminado de la temperatura.

500 3).- Procedimiento de acuerdo con la reivindica-  
ción 2, caracterizado porque el valor nominal para la tem-  
peratura de los gases de salida se ajusta de tal modo en  
función del contenido de  $O_2$  en los gases de salida del hor-  
no, que al alcanzarse un contenido mínimo predeterminado de  
 $O_2$ , se eleva el valor nominal, mientras que al alcanzarse  
505 un contenido máximo predeterminado de  $O_2$ , se reduce el va-  
lor nominal.

ME

407010



4).- "PROCEDIMIENTO PARA REGULAR LA PROPORCION  
CUANTITATIVA ENTRE GAS Y MATERIAL DE GRANO FINO EN INTER-  
CAMBIADORES DE CALOR DE LECHO FLUIDIZADO"

510

Esta memoria consta de 14 hojas foliadas y meca-  
nografiadas por un solo lado de sus caras.

Madrid, 26 de Septiembre de 1.972

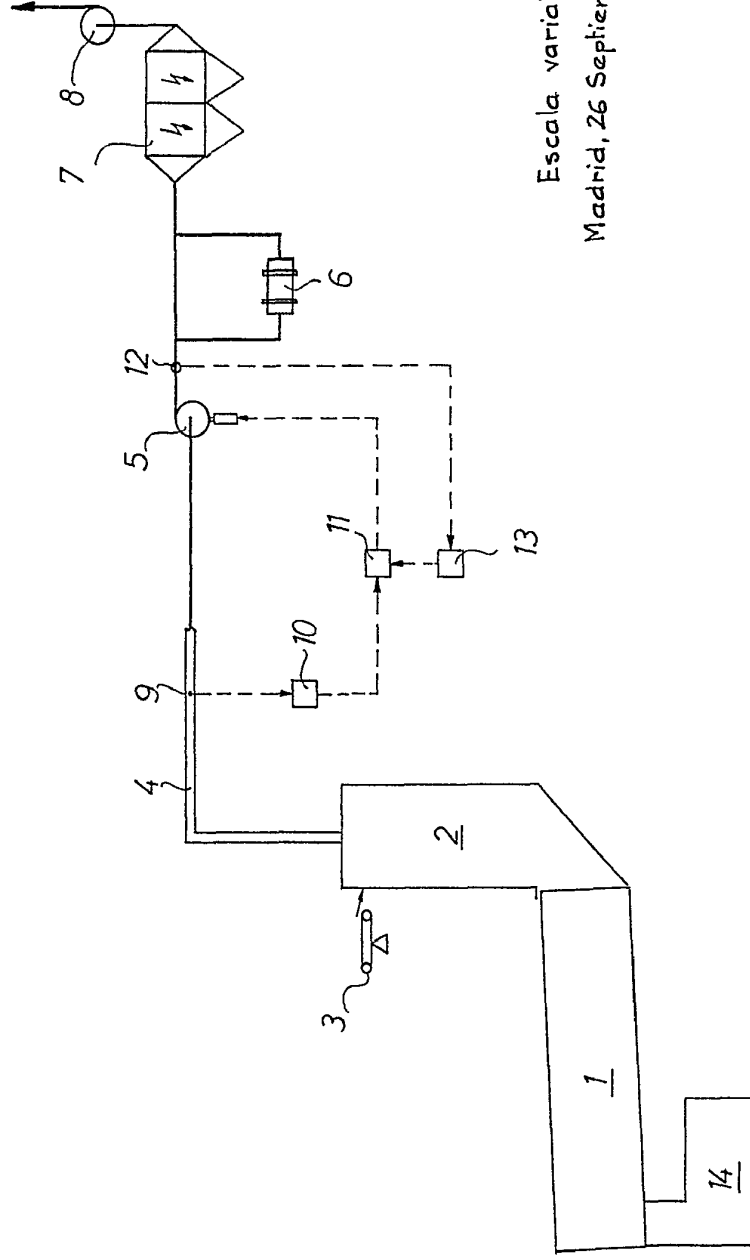
mce



407010

407010

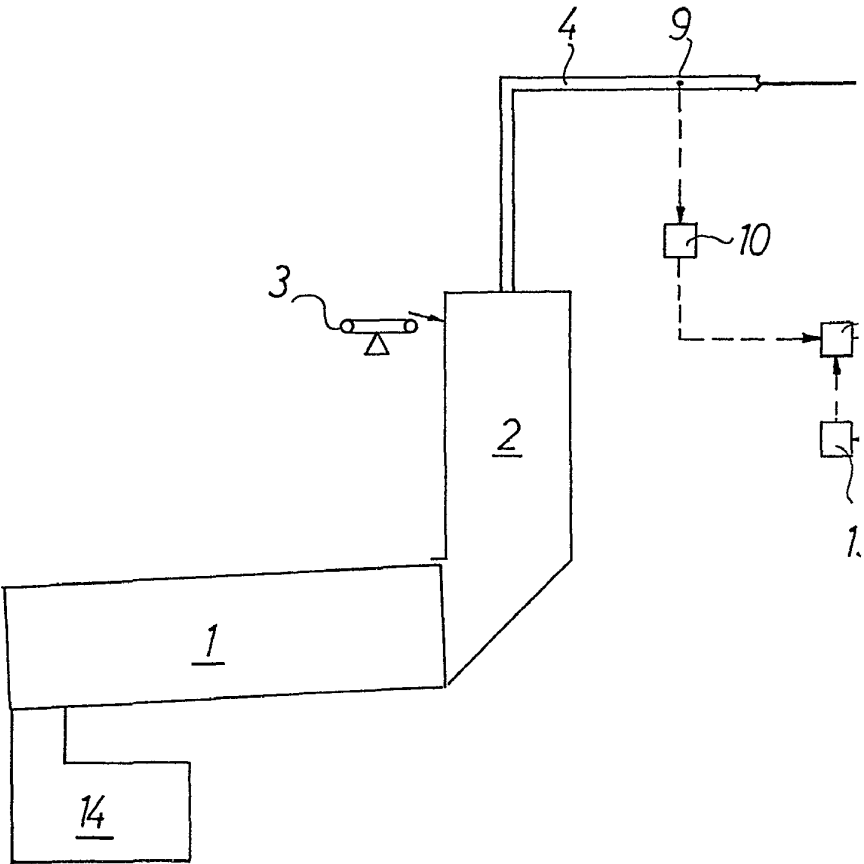
20



Escala variable

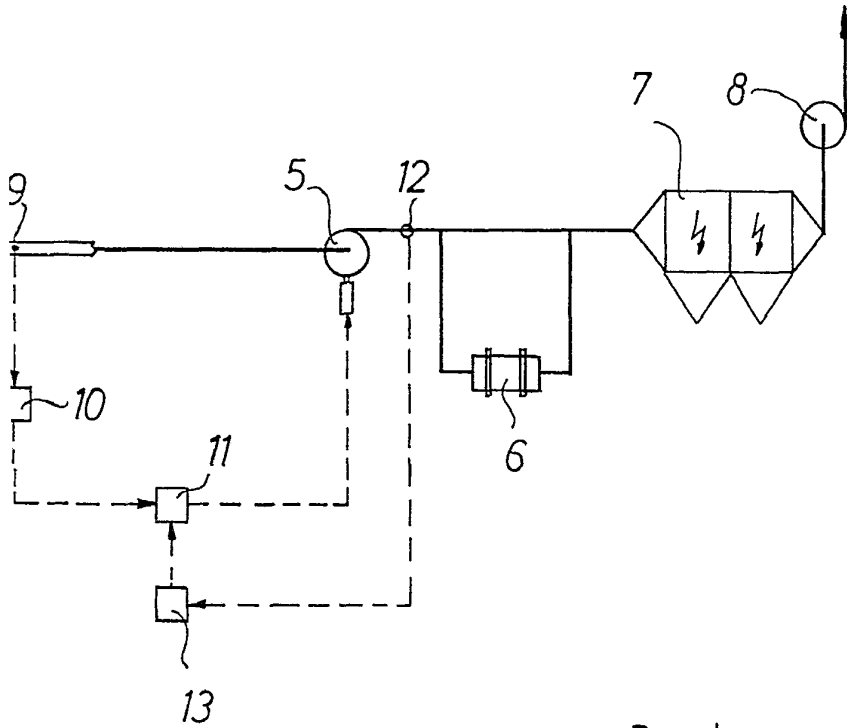
Madrid, 26 Septiembre 1972

407010



20. OCT. 1972

407010



Escala variable

Madrid, 26 Septiembre 1972