

20 JUL. 1978



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y según el artículo 10 de la Ley de Patentes.

11	NUMERO	10	A1
21	466640		
22	FECHA DE PRESENTACION		
	3 Febrero 1.978		

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:		
61 NUMERO	62 FECHA	63 PAIS
P 27 05 566.9	10 Febrero 1.977	República Federal Alemana
64 FECHA DE PUBLICIDAD	65 CLASIFICACION INTERNACIONAL	66 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C04B	
67 TITULO DE LA INVENCION		
"INSTALACION Y PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO TERMICO DE MATERIAL DE GRANO FINO, EN ESPECIAL DE HARINA CRUDA DE CEMENTO"		
68 SOLICITANTE (S)		
KLÜCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
5 Köln 80 - Deutz-Mulheimer-Strasse 111 - República Federal Alemana		
69 INVENTOR (ES)		
1) Horst Herchenbach. De nacionalidad alemana, ha cedido sus derechos a la solicitante. Ley 25-7-57.		
70 TITULAR (ES)		
La misma solicitante.		
71 REPRESENTANTE		
D. Pablo Agudo Obregón		

POOR  
QUALITY

" INSTALACION Y PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO TERMICO DE MATERIAL DE GRANO FINO, EN ESPECIAL DE HARINA CRUDA DE CEMENTO".

Memoria descriptiva

El invento se refiere a una instalación para el tratamiento térmico de material de grano fino, en especial de harina cruda de cemento, en varias etapas, consistente en intercambiadores de calor de lecho fluidizado, dispuestos en paralelo entre sí y dotados preferentemente de varios separadores de ciclón, intercambiadores de calor que están montados delante de un horno de calcinación, detrás del cual está montado a su vez un refrigerador de material, estando un intercambiador de calor comunicado con el horno de calcinación, y el otro intercambiador de calor con el refrigerador de material, y estando previsto un dispositivo separado de calcinación, destinado a la precalcinación del material. El invento se refiere también a un procedimiento para explotar esta instalación.

En los procedimientos convencionales hasta ahora conocidos para la producción de cemento clínker a partir de harina cruda de cemento, la harina cruda era precalentada en intercambiadores de calor de lecho fluidizado, calcinándose con ello tan solo de manera insignificante, y a continuación se conducía a un horno de tambor giratorio para la sinterización, teniendo que utilizarse por término medio la mitad del horno de tambor

giratorio para la calcinación de la harina cruda, mientras que en la otra mitad del horno de tubo giratorio tenía lugar la sinterización. Estas instalaciones eran bastante económicas en lo referente a trabajo térmico en el intercambiador de calor de lecho fluidizado y en el horno de sinterización, siempre que se tratase de rendimientos medios de paso de hasta aproximadamente 2.000 toneladas diarias.

La tendencia a rendimientos de paso más altos únicamente se ha podido ser atendiendo a un perfeccionamiento de los intercambiadores de calor convencionales, desplazándose la calcinación de la harina cruda, con ayuda de un dispositivo de calcinación separado, el intercambiador de calor, de modo que en el horno de tubo giratorio se procede exclusivamente a la sinterización de la harina cruda, consiguiéndose con ello una descarga térmica considerable del horno de tambor giratorio. Con ello se han podido elevar los rendimientos de peso de instalaciones nuevas, consiguiéndose la elevación del rendimiento sin aumentos dignos de mención de las dimensiones o respectivamente de los gastos de inversión referentes al horno de tambor giratorio. Con este perfeccionamiento del sistema intercambiador de calor de lecho fluidizado - horno de tambor giratorio, era no obstante posible también transformar instalaciones ya existentes, con rendimientos medios, en instalaciones con un alto rendimiento de paso.

Por la solicitud de patente alemana publicada y ex-

minada nº 2.262.213 es conocido que en una instalación consistente en intercambiador de calor de ciclón y horno de tambor giratorio, con un rendimiento de clínker de 1.500 t al día, el rendimiento se elevó por el hecho de disponer en la instalación un intercambiador adicional de calor de ciclón, que se cargaba con el aire de salida del refrigerador del clínker, teniendo lugar en este intercambiador de calor el proceso endotérmico de la calcinación completa de la harina cruda de cemento. Los dos intercambiadores de calor consisten en las mismas cuatro etapas de ciclón. El material bruto que es cargado en el intercambiador de calor al que se alimentados los gases de salida del horno de tambor giratorio, es conducido a continuación de su paso por dicho intercambiador de calor, al intercambiador de calor cargado con el aire de salida del refrigerador. La cantidad total de harina cruda de los dos intercambiadores de calor se somete, desde la etapa extrema inferior del intercambiador de calor cargado con el aire de salida del ciclón a un tratamiento térmico adicional, a efectos de su precalcinción.

Ahora bien, en esta instalación únicamente se puede conseguir el transcurso técnico del procedimiento de la precalcinción de la harina cruda en circunstancias desfavorables, ya que a igual número de etapas de los intercambiadores de calor, es preciso que en los intercambiadores de calor montados en paralelo, el intercambiador de calor cargado por el aire caliente

te del refrigerador del clinker y provisto de un dispositivo de calcinación sea explotado con pérdidas considerablemente más altas de gases de salida, que el otro, cargado con los gases de salida del horno. Esta pérdida mayor de gases de salida no puede ser compensada tampoco introduciendo en el intercambiador de calor, cargado con el aire del refrigerador, una cantidad relativamente más alta de harina cruda. Exclusivamente temperaturas iguales de los gases de salida podrán ajustarse a un nivel más alto.

El presente invento se ha propuesto perfeccionar con medios constructivamente sencillos y pequeños gastos de inversión una instalación del tipo de construcción mencionado al principio, de tal modo que en el horno sea cargada una harina cruda precalcificada uniformemente en un alto grado, y que las pérdidas de gases de salida sean pequeñas con relación a las instalaciones conocidas de hasta hoy en día.

Este problema se resuelve por el hecho de que el intercambiador de calor comunicado con el horno de calcinación está dotado de al menos una etapa menos de ciclón que el intercambiador de calor comunicado con el refrigerador de material, y por que con este último intercambiador está unido el dispositivo separado de calcinación, de la manera en sí conocida. Los gases calientes del horno de calcinación, que ascienden a tan solo aproximadamente  $1/3$  de la cantidad total de gases de escape, pueden con ello ceder su capacidad calórica, con pérdidas

100 mínimas de gases de escape, a una cantidad parcial de harina  
cruda ajustada de manera fija. Los gases de escape calientes  
de la calcinación procedentes del dispositivo separado de cal-  
cincación, que ascienden a aproximadamente  $2/3$  de la cantidad  
total de gases de escape, ceden su capacidad calórica, asimis-  
mo con pérdidas mínimas de gases de escape en el intercambiador  
de calor de mayor número de etapas, comunicado con el refrige-  
rador de material, a la otra cantidad parcial de harina cruda,  
mayor y ajustada de manera fija. La cantidad parcial de harina  
105 cruda precalentada en el intercambiador de calor comunicado con  
el horno de calcinación, y la cantidad parcial de harina cruda  
precalentada en el intercambiador de calor comunicado con el  
refrigerador de material, serán ajustadas de tal modo, que los  
gases de escape de los intercambiadores de calor presentan el  
110 mismo nivel de temperatura. Los dos intercambiadores de calor  
son cargados con ello térmicamente de manera uniforme y presen-  
tan temperaturas de gases de escape igual de bajas delante de  
los ventiladores aspiradores. El calor perdido de los gases de  
escape es en extremo bajo.

115 Como perfeccionamiento del invento está previsto que  
los intercambiadores de calor, vistos en la dirección de paso  
del material, estén conectados en serie después de la antepenúl-  
tima etapa de ciclón de cada caso. Esto es especialmente ven-  
tajoso cuando el dispositivo separado de calcinación está dis-  
120 puesto entre el refrigerador de material y la última etapa de

ciclón de este intercambiador de calor. Toda la harina cruda se  
junta antes de ser conducida por las últimas y más calientes eta  
pas de ciclón de los dos intercambiadores de calor. La canti-  
dad total de harina cruda puede así ser calcinada de manera  
125 en extremo uniforme y total en las siguientes etapas de ciclón.  
Con ello resulta posible emplear sin más ni más los llamados  
hornos de tambor giratorio corto o demás aparatos que sirven  
tan solo para la sinterización.

En una mejora preferente del invento está previsto  
130 que las antepenúltimas etapas de ciclón de cada caso estén  
expaladas por el lado de descarga del material con la última  
etapa de ciclón del intercambiador de calor comunicado con el  
horno de calcinación, etapa que a su vez está, por el lado  
de descarga del material, comunicada con el horno de calcina-  
135 ción, en serie a través del dispositivo separado de calcina-  
ción y la última etapa de ciclón del intercambiador de calor  
correspondiente al refrigerador de material. La ventaja de esta  
medida consiste en que toda la harina cruda de las penúltimas  
etapas de ciclón de los intercambiadores de calor enfría los  
140 gases de escape calientes del horno hasta tal punto, que la  
restante capacidad calórica de los gases de escape del horno  
es suficiente para precalentar la harina cruda en el interca  
biador de calor de menor número de etapas, sin pérdida de gases  
de escape. También se sigue estabilizando uniformemente el  
145 nivel de temperatura de toda la harina cruda, antes de que

ésta sea aportada al dispositivo de calcinación.

Como otro perfeccionamiento del invento está previsto que las penúltimas etapas de ciclón de cada caso estén empalmadas por el lado de descarga de material con el dispositivo separado de calcinación, que a su vez está comunicado con el horno de calcinación en serie a través de las últimas etapas de ciclón de los intercambiadores de calor. Esta conducción de la harina cruda es en sí conocida por la solicitud de patente alemana publicada y examinada nº 2.356.221. La instalación de intercambiadores de calor de este conocido tipo de construcción consiste, no obstante, asimismo en dos intercambiadores de calor de ciclón, montados en paralelo entre sí y dotados de cuatro etapas de ciclón. Ahora bien, es preciso a este respecto que, para una carga térmica uniforme de los ramales de los intercambiadores de calor, las temperaturas de los gases de escape procedentes de las etapas de ciclón más calientes de cada caso presenten también el mismo nivel de temperatura. Esto significa a su vez por otra parte, que el dispositivo separado de calcinación no debe ser caldeado adicionalmente nada más que lo necesario para que se puedan observar también estas condiciones. Ahora bien, con ello no es posible una desacidificación completa de la harina cruda en el sistema de intercambiadores de calor. Si a pesar de todo se pretendiera una calcinación completa de la harina cruda en el sistema de intercambiadores de calor, es preciso que también se introduzca más combus

tible en el dispositivo separado de calcinación. Esto, empero, origina a su vez temperaturas distintas en este punto, y pérdidas más altas de gases de escape. Estas dificultades se evitan totalmente con el sistema de intercambiadores de calor de acuerdo con el invento, y con la conducción de la harina cruda aquí mostrada. La harina cruda calcinada casi completamente en el dispositivo separado de calcinación, es postcalcineda de tal modo mediante la prolongación del tiempo de permanencia a un alto nivel de temperatura en la etapa más caliente del intercambiador de calor cargado con el gas de escape del horno, que es harina cruda completamente calcinada la que es sportada al horno de tambor giratorio, exclusivamente para su sinterización.

El invento se refiere también a un procedimiento para la explotación de la instalación productora de cemento de acuerdo con el invento. Está caracterizado por el hecho de que el tratamiento térmico del material discurre, en el intercambiador de calor cargado con los gases de salida del horno, de manera menos escalonada, y porque en el intercambiador de calor cargado con el aire de escape del refrigerador tiene lugar, de la manera en sí conocida, la precalcinación del material, y porque los gases calientes a la salida de la etapa más caliente de este intercambiador de calor están dotados de una temperatura preferentemente 100°C más alta con respecto a los gases calientes en el mismo punto del otro intercambiador de

calor. Los gases de combustión del dispositivo separado de calcinación pueden por lo tanto ceder su capacidad calórica con seguridad a una parte de la cantidad de harina cruda en un intercambiador de calor ampliado en al menos una etapa. Con  
200 ello se mantienen las temperaturas de los gases de escape detrás de los dos intercambiadores de calor iguales a un nivel bajo, lo que reduce el consumo específico de calor de la instalación.

El invento será explicado con más detalle a base de un dibujo esquemático de un ejemplo de realización. La representación gráfica muestra a este respecto:  
205

Una instalación productora de cemento, con un intercambiador de calor de cinco etapas y otro de cuatro etapas, montados en paralelo entre sí.  
210

Delante de un horno de tambor giratorio, en calidad de horno de calcinación 1, está montado un sistema de intercambio de calor consistente en dos intercambiadores de calor 2,3 dispuestos en paralelo uno respecto al otro, y constituido  
215 por una pluralidad de ciclones separadores 4 empalmados por el lado de los gases de escape, siendo conducido el material de grano fino que ha de ser tratado térmicamente, tal como harina cruda de cemento, a través de las conducciones 5 para gases de escape que unen los ciclones separadores, y de manera escalonada en contra de la dirección del flujo de los gases  
220

calientes de tratamiento, siendo con ello precalentada. Detrás del horno de calcinación 1 está montado un refrigerador de material 6.

El intercambiador de calor de lecho fluidizado 2, 225 comunicado con el horno de calcinación 1, está dotado, de acuerdo con el invento, de cuatro etapas de ciclón 4.1 a 4.4, mientras que el intercambiador de calor de lecho fluidizado 3, comunicado con el refrigerador de material 6, presenta cinco etapas de ciclón 4.1 a 4.V, estando las respectivas etapas del ciclón 230 extremas superiores 4.1 y 4.I conformadas a manera de ciclón doble.

Visto en la dirección del paso del material, las etapas de ciclón 4.4; 4.V de los dos intercambiadores de calor 2, 3 estén montadas en serie, estando las penúltimas etapas de ciclón 4.3; 4.IV de cada caso unidas por el lado de descarga del 235 material, y comunicadas con la última etapa de ciclón 4.4 del intercambiador de calor 2 correspondiente al horno de calcinación. La última etapa de ciclón del intercambiador de calor 2 correspondiente al horno de calcinación está comunicada, por el 240 lado de la descarga del material, con el dispositivo separado de calcinación 7, que se halla dispuesto en la conducción de gas 8 que conduce a la etapa de ciclón extrema inferior, y que dispone de una alimentación separada de combustible 9. La última etapa de ciclón 4.V del intercambiador de calor 3 correspondiente al refrigerador de material, está entonces comunicada, 245

por el lado de descarga, con el horno de calcinación 1.

Durante la explotación se carga en cada uno de los dos intercambiadores de calor 2, 3 una cantidad parcial, fijamente asignada, de harina cruda de cemento, cargándose en el  
250 intercambiador de calor 3 la cantidad parcial mayor (aproximadamente  $2/3$  a  $3/5$ ). La alimentación de la harina cruda fría tiene lugar en las zonas superiores de los intercambiadores de calor, en 11, y la evacuación de los gases se lleva a cabo a través de los ventiladores 12, de modo que, visto en general,  
255 la harina cruda atraviesa los gases calientes a contracorriente. La harina cruda atraviesa los intercambiadores de calor 2, 3 por separado hasta las correspondientes penúltimas etapas de ciclón 4.3; 4IV. Las cantidades parciales de harina cruda, que a la salida de la etapa de ciclón 4,3 y del ciclón 4,IV presentan  
260 aproximadamente el mismo nivel de temperatura, se juntan, y toda la cantidad de harina cruda se carga en la conducción 10 de los gases de salida del horno, que conduce desde el horno de calcinación 1 a la última etapa de ciclón 4.4 del intercambiador de calor 2 correspondiente al horno de calcinación. Los  
265 gases de escape calientes del horno, que representan aproximadamente  $1/3$  de la cantidad total de gases de escape, ceden aquí su capacidad calórica de manera óptima a toda la harina cruda, de modo que estos gases calientes tienen a la salida del gas de esta última etapa de ciclón temperaturas de alrededor de  $800^{\circ}\text{C}$ . La harina cruda separada en esta etapa de ciclón  
280

4.4. es introducida en el dispositivo separado de calcinación 7, en el que, bajo una alimentación de combustible correspondientemente alta a través de 9, la harina cruda de cemento queda calcinada casi por completo, siendo a continuación separada en la etapa de ciclón 4.V, la más caliente del intercambiador de calor 3 correspondiente al refrigerador de material, y seguidamente introducida en el horno de calcinación. Los gases de escape de la etapa de ciclón 4.V, acoplada a continuación del dispositivo separado de calcinación 7, gases que representan aproximadamente  $2/3$  de la cantidad total de gases de escape, tienen entonces una temperatura de unos  $900^{\circ}\text{C}$ , o sea, que es aproximadamente  $100^{\circ}\text{C}$  más alta que la temperatura de los gases de escape de la etapa de ciclón 4.4, en el mismo lugar en el otro intercambiador de calor. La capacidad calórica de esta cantidad de gases es cedida, en forma cuatro veces escalonada, de manera óptima a la cantidad de harina cruda que ha sido cargada en el intercambiador de calor 3 correspondiente al refrigerador de material. La capacidad calórica de la cantidad de gases de escape de  $800^{\circ}\text{C}$  procedentes de la última etapa de ciclón 4.4 del intercambiador de calor 2 correspondiente al horno de calcinación, es cedida en forma tres veces escalonada a la otra parte de la cantidad de harina cruda cargada en dicho intercambiador de calor. Las cantidades parciales de harina cruda de cada intercambiador de calor están elegidas de tal modo, que la temperatura de los gases de escape

en los romales de los intercambiadores de calor son iguales, a bajo nivel, lo que hace óptimo el consumo de calor de la instalación, debido a las pérdidas mínimas de los gases de escape.

El sistema de intercambiadores de calor conforme al invento no está limitado tan solo a la forma de realización representada, sino que entra también dentro del marco del invento el que el intercambiador de calor correspondiente al horno de calcinación esté, por ejemplo, conformado tan solo como de tres etapas, mientras que el intercambiador de calor correspondiente al refrigerador del material esté dotado de cuatro etapas, con una precalcinación. Igualmente, y a diferencia de la instalación de intercambiadores de calor representada, pueden las en cada caso penúltimas etapas de ciclón 4.III; 4.IV estar empalmadas directamente al dispositivo de calcinación 7, y estar la última etapa de ciclón 4.V del intercambiador de calor 3 correspondiente al refrigerador de material comunicada por el lado de descarga con la conducción 10 de gases de escape que conduce desde el horno de calcinación 1 a la última etapa de ciclón 4.4, del intercambiador de calor correspondiente al horno de calcinación. Esta etapa de ciclón desemboca por el lado de descarga en el horno de calcinación 1. De manera igualmente ventajosa puede también exclusivamente la última etapa de ciclón 4.V del intercambiador de calor 3 correspondiente al refrigerador de material estar montada en serie, con relación a la dirección de paso del material.

**REIVINDICACIONES**  
\*\*\*\*\*

325 1). Instalación para el tratamiento térmico de mate-  
rial de grano fino, en especial de harina cruda de cemento, en  
varias etapas, consistente en intercambiadores de calor de le-  
che fluidizado, dispuestos en paralelo entre sí y dotados pre-  
ferentemente de varios separadores de ciclón, intercambiadores  
de calor que están montados delante de un horno de calcinación,  
detrás del cual está montado a su vez un refrigerador de mate-  
rial, estando un intercambiador de calor comunicado con el horno  
330 de calcinación, y el otro intercambiador de calor con el refri-  
gerador de material, y estando previsto un dispositivo separa-  
do de calcinación destinado a la precalcinación del material,  
caracterizado porque el intercambiador de calor comunicado con  
el horno de calcinación está dotado de por lo menos una etapa  
335 de ciclón menos que el intercambiador de calor comunicado con  
el refrigerador de material, y porque con este último inter-  
cambiador de calor está unido de la manera en sí conocida al  
dispositivo separado de calcinación.

340 2). Instalación de acuerdo con la reivindicación 1,  
caracterizada porque la última etapa de ciclón de cada uno de  
los intercambiadores de calor, vistas en la dirección de paso  
del material, están montadas en serie detrás de la penúltima  
etapa de ciclón de cada caso.

345 3). Instalación de acuerdo con las reivindicaciones  
1 y 2, caracterizada porque las penúltimas etapas de ciclón

de cada caso estén empalmadas por el lado de descarga de material con la última etapa de ciclón del intercambiador de calor correspondiente al horno de calcinación, etapa que a su vez está unida en serie por el lado de descarga de material con el horno de calcinación, a través del dispositivo separado de calcinación y de la última etapa de ciclón del intercambiador de calor correspondiente al refrigerador de material.

4). Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada porque las penúltimas etapas de ciclón de cada caso estén empalmadas por el lado de descarga de material con el dispositivo separado de calcinación que, a su vez, está unido en serie con el horno de calcinación, a través de las últimas etapas de ciclón de los dos intercambiadores de calor.

5). Instalación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la última etapa de ciclón del intercambiador de calor correspondiente al horno de calcinación, y la penúltima etapa de ciclón del intercambiador de calor correspondiente al refrigerador de material, están comunicadas por el lado de descarga del material con el dispositivo separado de calcinación que, a su vez, está unido con el horno de calcinación a través de la última etapa de ciclón del intercambiador de calor correspondiente al refrigerador de material.

6). Procedimiento para explotar una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el tratamiento térmico del material en el

intercambiador de calor cargado con los gases de escape del  
horno, discurre en forma menos escalonada, y porque en el inter-  
cambiador de calor cargado con el aire de escape del refrigera-  
dor tiene lugar la precalcincación del material, de la manera  
375 en sí conocida, y porque los gases calientes a la salida de la  
etapa más caliente de este intercambiador de calor presentan  
una temperatura con preferencia al menos 100°C más alta que la  
de los gases calientes en el mismo punto en el otro intercambia-  
dor de calor.

380 7). Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6,  
caracterizado porque el material se divide entre los intercam-  
biadores de calor de tal modo, que el nivel de temperatura de  
los gases de escape de los intercambiadores de calor es el mis-  
mo a la salida de los intercambiadores de calor.

385 8). Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones  
6 ó 7, caracterizado porque el material procedente de las pe-  
núltimas etapas de los dos intercambiadores de calor es conduci-  
do a través de la etapa más caliente del intercambiador de ca-  
lor cargado con los gases de escape del horno, siendo a conti-  
390 nuación precalcincado por separado, y porque el material precal-  
cinado es conducido a través de la etapa más caliente del  
intercambiador de calor cargado con el aire de escape del refri-  
gerador, y seguidamente se termine de calcinar.

395 9). Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones  
6 ó 7, caracterizado porque el material procedente de las

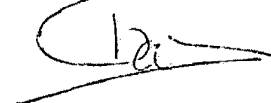
etapas penúltimas de los dos intercambiadores de calor se pre-  
calcina por separado antes de ser cargado en la etapa más calien-  
te del intercambiador de calor cargado con el aire de escape  
del refrigerador de material, siendo después conducido desde  
400 la etapa más caliente de dicho intercambiador de calor a la eta-  
pa más caliente del intercambiador de calor cargado con los ga-  
ses de escape del horno, y seguidamente se termina de calcinar.

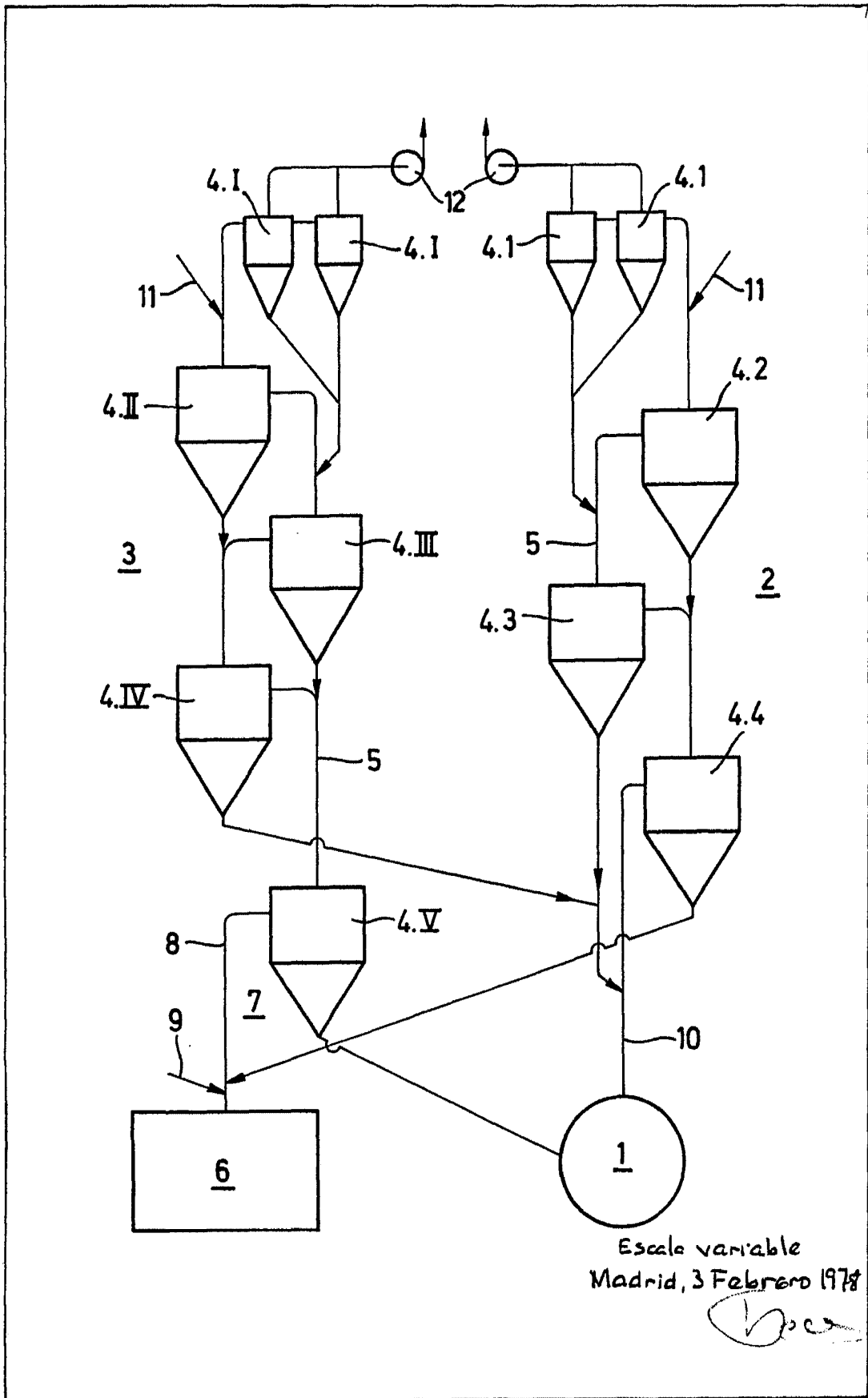
10). Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones  
6 ó 7, caracterizado porque el material procedente de la etapa  
405 más caliente del intercambiador de calor cargado con los gases de  
escape del horno, y el material procedente de la penúltima etapa  
del intercambiador de calor cargado con el aire de escape del  
refrigerador, se precalcinan antes de ser cargados en la etapa  
más caliente de este último, y seguidamente se terminan de cal-  
410 cinar.

11). " INSTALACION Y PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIEN  
TU TERMICO DE MATERIAL DE GRANO FINO, EN ESPECIAL DE HARINA CRU  
DA DE CEMENTO".

Esta memoria consta de 17 hojas foliadas y mecanogra-  
415 fiadas por un solo lado de sus caras.

Madrid, 3 de Febrero de 1.978





Escala variable  
Madrid, 3 Febrero 1978