



protones, y como base, a toda substancia capaz de combinarse o tomar protones. Este concepto, juntamente con el carácter dual del agua, de funcionar como ácido o como base indistintamente, es nuestro punto de partida.

5 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO.- Consecuentemente, si situamos en un medio electrolito, una substancia capaz de ceder protones, producimos un desequilibrio que tiende a equilibrarse. Es decir, si elegimos el agua como disolvente y en esta ponemos ácido, este cederá protones con tendencia a unirse a los iones que cede el agua, actuando como base débil. Si la cantidad es suficientemente importante, el equilibrio no podrá establecerse, disponiendo en el medio acuoso de elevada densidad de protones que le dará el caracter acido.

10

15 Un medio (agua en este caso) con una concentración de protones suficiente, puede descomponer las moléculas de compuestos aptos para ceder aniones, cediendo estos para unirse con los protones que se encuentran en el agua.

20 La especie mineralógica aportadora de fosforo en las menas ferríferas pertenece al grupo de los apatitos, con formulas más o menos complejas. A su vez, el compuesto fosfatado del apatito, es el trifosfato de calcio.

25 Si introducimos mineral en un liquido que disponga de la necesaria densidad de protones, la molécula de trifosfato calcico rompe su equilibrio y cada elemento busca encaje en razón a sus características peculiares, para formar nuevos compuestos moleculares. El fosforo, como elemento integrante de la molécula de trifosfato de calcio, pasa al medio disolvente formando sales fosfatadas solubles o insolubles. El calcio se transforma a su vez en las sales correspondientes, etc.

30 Las reacciones que producen y las sales que se generan -



varian según el generador de protones que utilicemos, el medio líquido o disolvente en que se produzca la reacción y la composición del mineral.

GENERADORES DE PROTONES.- Toda substancia capaz de generar protones es apta para ser utilizada, e igualmente, todo medio que pueda estimarse como disolvente.

Razones economicas son las que deciden la elección de uno y otro.

Entre los disolventes que estimamos mas aptos por las consideraciones expuestas, el agua ocupa el lugar primero. Como generadores de protones, los acidos son eficaces y de empleo y control cómodo. Entre ellos el acido fosfórico y el acido sulfúrico tienen nuestra preferencia.

En todo caso, es preciso para que la reacción de desfosforación se produzca con eficacia, guardar normas especificas, que resumimos en los apartados que siguen:

- a) Preparación del mineral,
- b) Tratamiento de la pulpa durante la reacción.
- c) Acondicionamiento posterior del mineral tratado.

PREPARACION DEL MINERAL.- La preparación previa del mineral es común en todos los casos o reactivos utilizados. Se define esta preparación en las operaciones que siguen:

1º- Molienda.- El mineral debe ser reducido a tamaños que permitan hacer operante el procedimiento químico. El grado de molienda lo determinan las condiciones intrinsicas del mineral, si bien, la que permita pasar a este por tamiz de 0,1 mm de separación entre hilos, es adecuada en la mayor parte de los casos. La facilidad de la reacción se encuentra en razón directa de la finura de los granos.

2º- Concentración.- Concentrar el mineral, aunque no



indispensable, es conveniente, ya que reduce peso, economizando reactivo y manipulación por unidad de metal contenido.

3º- Deshidratación.- Eliminar el agua adicionada en la concentración, caso de haber utilizado procedimientos húmedos, bien sean magnéticos o gravimétricos, es necesario por razón de economía del procedimiento.

TRATAMIENTO DE LA PULPA DURANTE LA REACCION Y ACONDICIONAMIENTO POSTERIOR DEL MINERAL TRATADO.- Estas dos operaciones, de hecho, tienen variación según el generador de protones que se utilice, por lo mismo, describimos el tratamiento con ácido sulfúrico y con ácido fosfórico.

Tratamiento con ácido sulfúrico.- El mineral sometido a la preparación previa expuesta, entrará en un depósito reactor a ritmo regular y continuo, donde se pondrá en contacto con la solución de ácido sulfúrico, que se mantendrá a PH constante, valor $1,60 \pm 0,3$, mediante regulador automático de PH. El depósito reactor homogeneizará el mineral en el líquido mediante agitador. El caudal de salida del depósito será igualmente regular, de este modo y estableciendo un caudal de salida conveniente, arrastrará la misma cantidad de mineral que hacemos entrar, y el mineral contenido en el depósito será una cantidad constante.

El tiempo de duración de la reacción es variable de unos minerales a otros, dependiendo este factor de las características estructurales del mineral. Por lo mismo, es preciso determinar previamente las curvas de desfosforación de los minerales que concurren a una planta de tratamiento determinada. Estas curvas se obtienen en laboratorio, sobre varias muestras representativas extraídas en las distintas zonas o partes del yacimiento. Cada una de las muestras, después de molidas, concentradas,



homogenizadas y deshidratadas, se la divide en tantas porciones como puntos deseamos tener en la curva. Cada porción o parte -- es tratada en proceso de desfosforación intermitente, de modo -- que, P se trate durante el tiempo x, $P_1 = 2x \dots\dots P_n = nx$; en que P, $P_1 \dots\dots P_n$ son porciones de la misma muestra y x una-- fracción de tiempo elegida según nuestro criterio, inferior a-- 10 minutos.

De este modo, sobremos el tiempo máximo que requiere el -- mineral que va a ser objeto de tratamiento y que será el corres-- pondiente a la curva más desfavorable. Conociendo este dato, -- podemos establecer la relación adecuada, entre la capacidad del depósito reactor y el caudal de salida del producto liquido-so-- lido tratado, para que un porcentaje de granos de mineral tan-- alto como deseemos, permanezca en el depósito reactor para que-- la desfosforación se produzca. El nivel del depósito permanece-- rá constante mediante control automático.

La proporción entre el producto solido, o mineral, y liqui-- do, o solución de agua y ácido sulfúrico, puede variarse de --- unos minerales a otros según las condiciones de los mismos, si-- bien, la relación liquido solido 2-1 respectivamente opera con-- eficacia en la mayor parte de los casos.

El producto liquido-solido afluente del depósito de trata-- miento, debe ser sometido a acondicionamiento posterior para -- separar (en este caso) los sulfatos de cal formados y las solu-- ciones actuantes, ya que estas, además de tener en solución --- ácido sulfúrico al PH 1,60, incluyen sales fosfatadas solubles, que fosforarian al mineral.

El procedimiento de esta última parte de la operación, --- puede ser ordenado según criterios diversos. En el caso de --- utilizar como generador de protones el ácido sulfúrico, es eficaz el ordenamiento de la fig. 1^a.



Seguidamente relacionamos los elementos integrantes,
aclarando los números del dibujo:

- 1 Cinta transportadora,
- 2 Tolva de mineral fosforoso,
- 5 3 Regulador de mineral,
- 4 SO_4H_2 concentrado,
- 5 SO_4H_2 diluido,
- 6 SO_4H_2 PH = 1,60 (reciclados),
- 7 Depósito reactor,
- 10 8 Control automático de nivel,
- 9 Control automático de PH,
- 10 Tambor magnético,
- 11 Ducha de agua,
- 12 Filtro de tambor al vacío,
- 15 13 Tolva de mineral desfosforado,
- 14 Espesador
- 15 Bomba de elevación de soluciones,
- 16 Bomba de membrana,
- 17 Decantadora centrifuga.

20 Como puede verse, el producto líquido-sólido, mediante -
tambor concentrador (este caso presupone minerales magnéticos),
envia la mayor parte de los sulfatos y de las soluciones a un
espesador, este espesador dará salida, mediante bomba de membra
na, a los sulfatos formados y las soluciones decantadas des---
25 bordarán para incorporarse al circuito en el depósito 6, ya --
que estas soluciones por tener un PH 1,60 son perfectamente --
actuantes. El mismo sistema se sigue en el segundo tambor con-
centrador, haciendo de este modo muy reducido el consumo de---
ácido, en favor de la rentabilidad del proceso.

30 Tratamiento con ácido fosfórico.- El ácido fosforico opera



con igual eficacia que el ácido sulfúrico o que otro ácido cualquiera en el proceso de desfosforación, si bien, tiene la ventaja sobre cualquiera de los ácidos clasificados como fuertes, de que el fósforo incluido en el trifosfato calcico del mineral se transforma en monofosfato calcico, que por ser soluble queda diluido en el líquido desfosforador; tal circunstancia nos permite, pasar las soluciones después del tratamiento por un intercambiador de iones, que eliminando el calcio y los demás cationes incluidos, regenera, no solamente el ácido que inicialmente hemos tenido que poner en el depósito de tratamiento, sino que produce nuevas cantidades en la proporción correspondiente al fósforo que hemos extraído del mineral; por lo mismo, este generador nos permite, una vez normalizado el ciclo, desfosforar el mineral sin adiciones de ácido, por el contrario, tendríamos que extraer parte de la solución acidulada para no rebasar la acidez precisa.

Igualmente que en el procedimiento sulfúrico, el mineral deberá ser sometido a la preparación previa expuesta, determinando previamente las curvas de desfosforación correspondientes a los minerales a tratar por el sistema que hemos referido, con la única variante, que en el laboratorio, para desfosforar las muestras, se operará con ácido fosfórico en lugar que con ácido sulfúrico.

De este modo sabremos el tiempo que requiere el mineral para su desfosforación, y estableceremos la adecuada relación, caudal de salida de producto líquido-sólido capacidad del depósito reactor, en función al tiempo requerido.

La concentración ácido, traducida a la escala PH, varía de unos minerales a otros, según sus condiciones específicas, si bien, el valor PH $1,30 \pm 0,3$ es perfectamente operante.



La proporción entre el producto sólido, o mineral, líquido, o solución de agua y ácido fosfórico, puede variar de unos minerales a otros según las condiciones de los mismos, si bien, la relación líquido/sólido 4-1 respectivamente opera con eficacia en la mayor parte de los casos.

El proceso es similar al descrito en el ácido sulfúrico, es decir, se establecerá una entrada regular de mineral en el depósito reactor, regulando igualmente el caudal de salida para que la cantidad de mineral en el depósito de tratamiento sea constante. El nivel del depósito será igualmente constante. La concentración de ácido estará controlada con medidor de PH.

El producto líquido-sólido afluente del depósito de tratamiento, debe ser sometido a acondicionamiento posterior, para separar en este caso concreto, las soluciones cargadas de monofosfato cálcico que nos fosforarían los minerales, a tal efecto y para recuperar la mayor cantidad posible de solución, el producto líquido-sólido debe ir a espesador, para hacer pasar posteriormente el mineral por centrifugadora.

El líquido procedente de ambas máquinas irán al intercambiador de iones para reintegrarse al ciclo.

La fig. 2^a reproduce en esquema un ordenamiento adecuado de los flujos, en el que repetimos, el lavado del mineral juega en este caso, un papel más transcendental.

Relacionamos los elementos integrantes, aclarando los números del dibujo.

- 1 Cinta transportadora,
- 2 Tolva de mineral fosforoso,
- 3 Regulador de mineral,
- 4 PO_4H_3 concentrado,
- 5 Agua
- 6 Solución PO_4H_3



- 7 Depósito reactor,
- 8 Control automático de nivel
- 9 Control automático de PH
- 10 Espesador
- 5 11 Decantadora centrífuga
- 12 Bomba de membrana
- 13 Tambor magnético
- 14 Ducha de agua
- 15 Filtro de tambor al vacío
- 10 16 Tolva de mineral desfosforado
- 17 Intercambiador de iones.

N O T A

En resumen: el presente certificado de adición recae sobre las siguientes reivindicaciones :

15 1^a.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente N^o 321.231 por procedimiento y sistema para la desfosforización de minerales de hierro caracterizadas por la preparación previa del mineral mediante: Molienda de 0,01 - 0,1 mm tamaño granos, según los casos: Concentración magnética o gravimétrica: Deshidrata--
20 ción.

2^a.- Mejoras, según la reivindicación anterior, caracteriza--
das por el tratamiento del mineral en un medio electrólito o --
disolvente, preferentemente agua, en el que se haya creado una--
elevada concentración de protones.

25 3^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, caracte--
rizadas porque la reacción se hará en depósito reactor en ---
agitación que homogenice el mineral en el líquido.

30 4^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, caracte--
rizadas porque previamente al tratamiento, se obtendrán en --
laboratorio, las curvas de desfosforización de los minerales a--
tratar por procedencias, para determinar el tiempo máximo de --



permanencia en el depósito y establecer la relación adecuada -- entre mineral a tratar por unidad de tiempo y capacidad del --- depósito reactor.

5

5^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas porque la entrada y salida del mineral en el depósito reactor, será igual y constante, el nivel de liquido-sólido -- permanecerá invariable.

10

6^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas por el empleo de un generador de protones apto para - desfosforar si se establecen las condiciones precisas de valor PH y tiempo de la reacción.

15

7^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas por el empleo de un generador ácido sulfúrico y ácido fosfórico como mas adecuados utilizados indistintamente.

20

8^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas porque la concentración de protones será controlada - por regulador automático de PH, cuyo valor será constante entre limites próximos: este valor varía según el generador de protones utilizado (Acido sulfúrico y ácido fosfórico 1-2)

25

9^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas porque el producto liquido-sólido afluyente del depósito reactor, será acondicionado para separación de las soluciones y lavado para eliminar precipitados y estériles.

30

10^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas porque las soluciones clarificadas, después de haber - operado, se reintegran al ciclo para economizar reactivo; las -- soluciones sulfúricas y fundamentalmente las fosfóricas, deben- pasar por intercambiador de iones, para retener los cationes, - que como sales solubles se incorporan en la reacción.

11^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, carac terizadas porque el tratamiento fosfórico genera ácido fosfórico



en la proporción correspondiente del contenido de fósforo del mineral, que se retirará para no exceder el valor PH requerido; obteniendo un producto que purificado tiene interés comercial.

5

12^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, -- caracterizadas porque los productos de las clarificaciones de las soluciones, contienen compuestos fosfatados de interés -- agrícola.

10

13^a.- Mejoras, según las reivindicaciones anteriores, -- caracterizadas porque la relación mineral-solución en el depósito -- de tratamiento varía según las condiciones del mineral y según el generador de protones utilizado; con ácido sulfúrico esta -- relación puede oscilar entre 1-1 y 3-1; con ácido fosfórico -- entre 2-1 y 5-1 líquido sólido respectivamente.

15

14^a.- MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATENTE Nº 321.231 POR PROCEDIMIENTO Y SISTEMA PARA LA DESFOSFORIZACION-DE MINERALES DE HIERRO.

Según se describe en esta memoria que consta de once -- hojas escritas a máquina por una sola cara y dibujos.

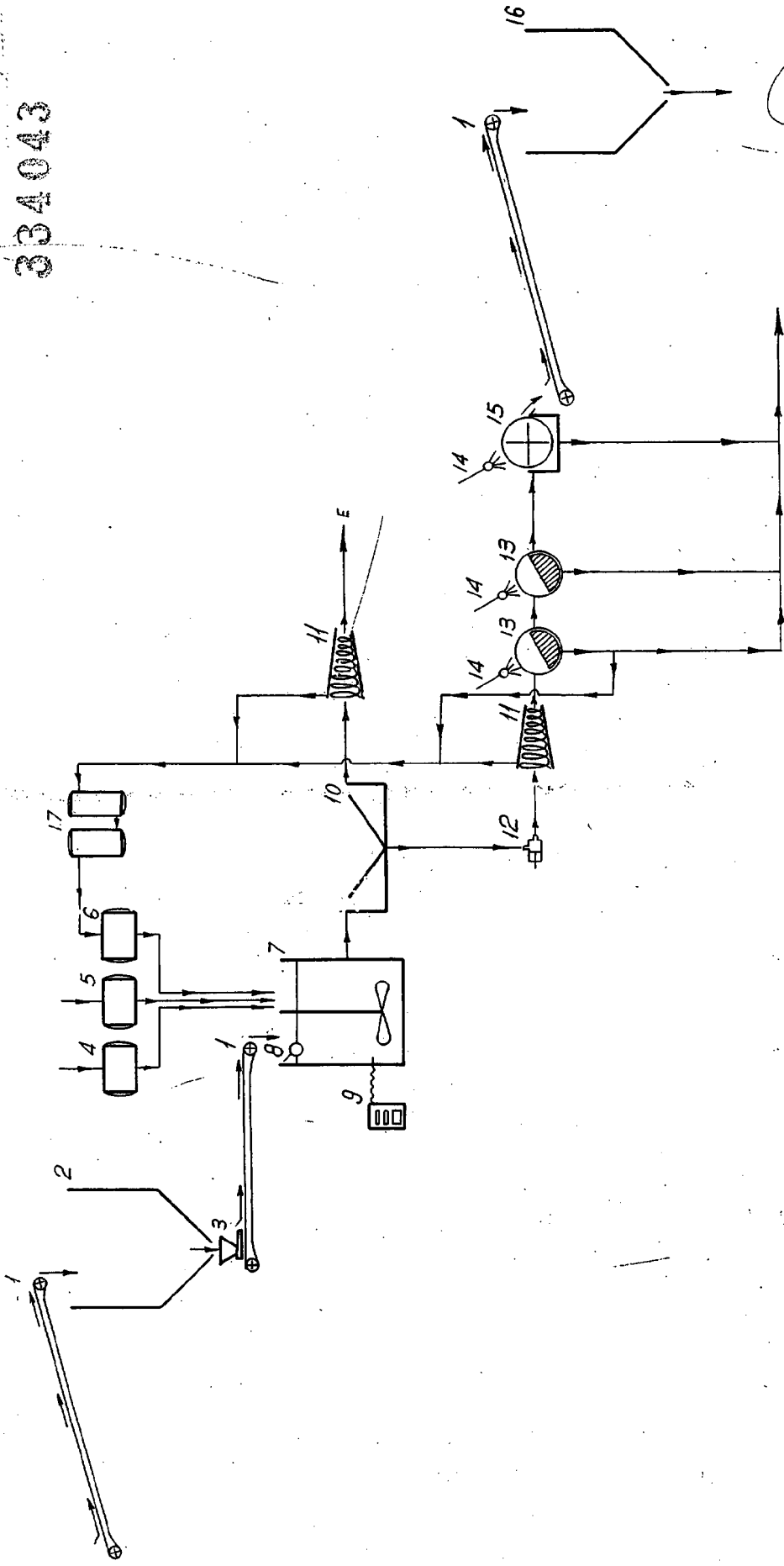
Madrid = 1 DIC. 1966

CARLOS FERNANDEZ CANDELAS
P.P.

GREGORIO DE LOMA

334043

FIG. 2.

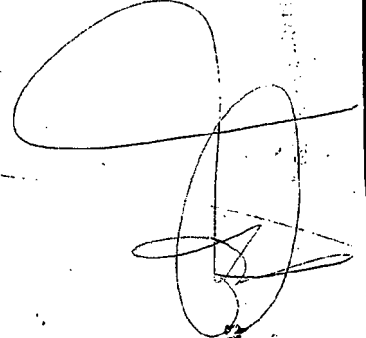


334043

ESCALA VARIABLE.

Madrid **ADIC**

CARLOS FERNANDEZ CANDELA
P. P.



334043

334043

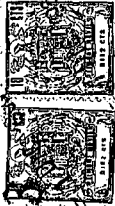
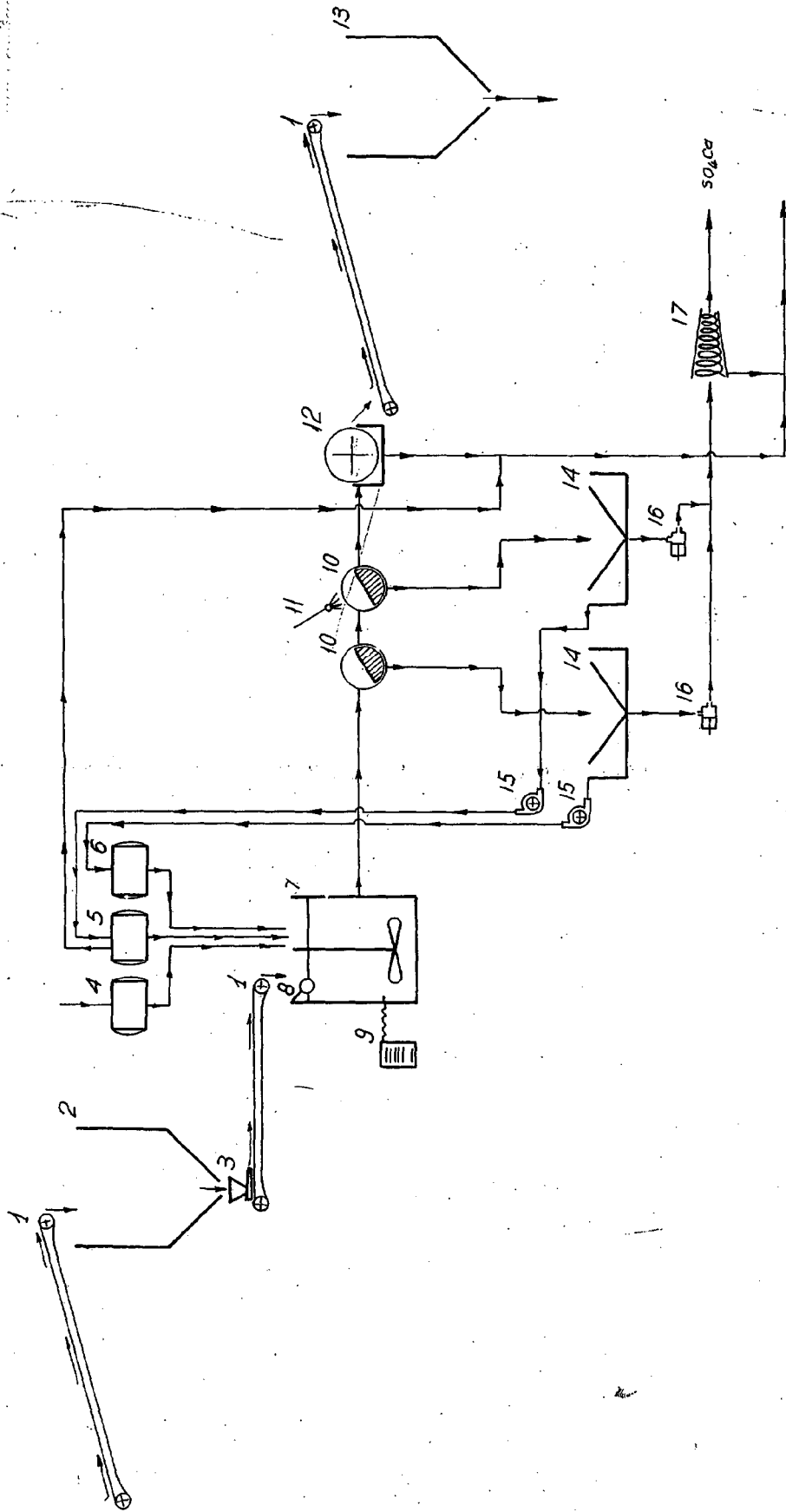


FIG. 1.



Madrid.

ESCALA VARIABLE.

1 DIC. 1968

CARLOS FERNANDEZ CANDELAS
P.P.

