

287209



287209

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años en España, por "METODO Y APARATO

PARA TRATAR AUTOMATICAMENTE UN LIQUIDO CON CAL"

a favor de

INFILCO INCORPORATED

domiciliado en 901 South Campbell Avenue, TUCSON,

ARIZONA, EE.UU.

Prioridad: de la solicitud de patente estadounidense
No. 247.144 del 26 de Diciembre de 1962

Inventor: Hilding B. Gustafson, de nacionalidad es-
tadounidense.



87209

Esta invención se refiere a un aparato y proceso para el tratamiento de líquidos, tales como soluciones acuosas con óxido de calcio y específicamente a aquellos aparatos y procesos que son controlados automáticamente.

5 Es un objeto de esta invención proveer un aparato y proceso para el tratamiento de líquidos con óxido de calcio tales como soluciones acuosas.

Otro objeto es el de proveer medios simple y de confianza para controlar automáticamente el tratamiento de agua con cal.

10 Otro objeto es el de proveer un aparato y proceso mejorado para controlar automáticamente el suministro de cal a un líquido variable, tal como solución acuosa para proveer un líquido final satisfactorio.

15 El término "variable" es usado aquí para denotar las variaciones en cantidad, y/o calidad, y/o temperatura.

Otro objeto es el de proveer un aparato y proceso para tratamiento de agua de características variables o constantes con cal que requiere un mínimo de atención.

20 Otro objeto es el de proveer un aparato y proceso del tipo referido, utilizando medios simples y baratos para preparar y suministrar una pasta de cal.

Otro objeto es el de proveer en un aparato de este tipo general distintas zonas en donde diferentes valores pH son mantenidos.

25 Otro objeto de la invención es el de proveer un aparato y proceso del tipo referido para obtener considerable ahorro en coagulante.

Otros objetos serán aparentes de la consideración de la descripción detallada y de las cláusulas que siguen.

30 El tratamiento de agua con cal se usa principalmente para reducción y clarificación de alcalinidad. Generalmente la cal es ali-



7209

5 mentada como una lechada fina en cantidad proporcionada a fluido de
agua corriente. Esto requiere alimentadores de precisión y equipo pro-
porcionado, todo lo cual es costoso en primer lugar y en mantenimien-
to. En un agua que varía en calidad, la cantidad apropiada de cal que
va a ser alimentada se establece mediante pruebas químicas del agua
corriente, o el agua tratada, o ambas, y mediante ajuste manual del -
promedio de suministro. En muchas fábricas pequeñas no hay suficiente
personal adiestrado asequible para llevar a cabo estas pruebas a los
10 intervalos apropiados. Debido a este requisito de atención por opera-
dores adiestrados, muchas fábricas que podrían obtener beneficio del
tratamiento completo o parcial con cal, no podrían sostener dicho tra-
tamiento.

15 Existe por lo tanto necesidad definida de una fábrica automáti-
ca para el tratamiento de agua con cal siempre que el automatismo sea
llevado a cabo con equipo simple y de confianza, y el costo inicial
relativamente bajo.

20 El aparato de nuestra invención trata las distintas aguas de una
manera automática, enteramente, siendo la única atención de operación
requerida conservar el alimentador de cal suplido con cal. El sistema
de control emplea equipo simple y seguro y no depende de la precisión
de los alimentadores químicos, proporcionadores y controladores del
fluido.

25 La invención está basada en nuestro descubrimiento de que la
conductancia de una lechada resultante del tratamiento de cal en agua
es menor que la conductancia del agua corriente, excepto cuando un ex-
ceso apreciable de cal es usada. Cuando se añade cal a un agua típi-
ca corriente teniendo suficiente alcalinidad y dureza para hacerla
susceptible al tratamiento con cal, dígase con una conductancia de
30 800 Micromhos, la conductancia baja cuando el bicarbonato de calcio
es precipitado, hasta que alcanza alrededor de 525 micromhos, en cu-

19
287209

yo punto el bicarbonato de calcio y cualquiera sales de magnesio pre-
sentes han sido precipitadas. Añadiendo cantidades adicionales de cal,
la conductancia se eleva hasta que iguala a la del agua corriente, y
cuando se añade más cal la conductancia se eleva sobre la del agua co-
5 rriente. De esta manera, cuando la relación de la conductancia de la
lechada resultante del tratamiento con cal del agua a la del agua co-
rriente es mayor de 1, puede suponerse con seguridad que se ha usado
suficiente cal para completar el tratamiento del agua corriente. Esto
es cierto no obstante un aumento o disminución del contenido mineral
10 del agua corriente, incluyendo aquellas sales como Na_2SO_4 ó NaCl . Cuan-
do la relación de conductancia excede 1, suficiente cal ha sido añadi-
da.

La cantidad de exceso de cal requerida para producir esta pro-
porción mayor de 1 es relativamente pequeña debido al hecho de que el
15 bicarbonato de calcio tiene una conductancia de alrededor de 2 microm-
hios por parte por millón en términos de carbonato de calcio, mientras
que el hidróxido de calcio tiene una conductancia de alrededor de 5 mi-
cromhios por parte por millón en términos de carbonato de calcio.

Basado en este reconocimiento, controlamos el suministro de cal
20 por medio de un controlador de radio conductividad ajustado para man-
tener el radio apropiado entre la conductancia del agua tratada con
cal y el agua corriente. El electrodo de una celdilla de conductivi-
dad es colocado en la corriente de agua, y el electrodo de una segun-
da celdilla en la lechada resultante de la mezcla del agua corriente,
25 el suministro de cal, y, preferiblemente, sólidos conteniendo CaCO_3
y Mg(OH)_2 precipitados de agua corriente previamente tratada, princi-
piando la proporción de conductividad del controlador y deteniendo el
suministro de cal para mantener la proporción ajustada.

Con este tipo de control no es ya necesario proporcionar el su-
30 ministro químico al fluido de agua corriente. Un aumento en la salida



7209

5 del agua corriente reduce automáticamente la proporción de conductividad y aumenta el suministro de cal. Similarmente, el controlador de la proporción de conductividad ajusta automáticamente el suministro de cal para compensar los cambios de alcalinidad y dureza del agua corriente. La precisión en el suministro de cal, que es esencial cuando se proporciona la cal al suministro de agua corriente, no es de importancia en nuestro proceso, dado que el suministro de cal es regulado por los resultados del tratamiento. Esto permite usar equipo de alimentación económico.

10 La cal es alimentada en la forma de una pasta gruesa formada por la adición de la cal al agua en la proporción de 23 kilogramos de cal a alrededor de 28 litros de agua. Si bien parece ser difícil mezclar tan grandes cantidades de cal con cantidades relativamente pequeñas de agua, hemos descubierto que ésto puede hacerse de una manera muy simple depositando la cal en la superficie del agua. Cuando la cal se ha mojado, se sumerge en el agua, resultando en una pasta que comprende 15 alrededor de 2,265 Kgs. de cal por 3,78 litros de agua. Debido a esta alta concentración la cal permanece en suspensión y no ocurre asentamiento apreciable, de modo que no se requiere agitación de la pasta de cal. Una pasta, como la que se describe arriba, formada de 23 kilogramos de cal por alrededor de 28 litros de agua ocupa un volumen ligeramente menor de 37,8 litros, no más espacio que la cal seca.

25 La lechada como pasta puede ser fácilmente retirada. No existe problema de incrustación, dado que la pequeña cantidad de agua usada no resulta en la formación de una cantidad apreciable de carbonato de calcio. Esto contrasta muy favorablemente con la práctica convencional cuando la cal es alimentada como una lechada mediante mezclado químico húmedo y equipo de alimentación, o en condición seca por alimentadores químicos secos. En cualquier caso se añade agua diluída que reacciona 30 con la cal para precipitar el carbonato de calcio mientras que la mez-



7209

cla fluye al punto de aplicación. Así, la incrustación de tuberías y bombas puede ocurrir.

5 Esta nueva manera de preparación de la pasta de cal permite considerable ahorro no solamente en el equipo alimentador, sino también en el manejo químico. Las fábricas grandes pueden ahorrar en el costo de la cal comprando la cal por volumen en carros por entero y convirtiéndola en una lechada de la manera descrita para almacenamiento por volumen en tanques, fácil de ser bombeada al punto de uso cuando se necesite, o comprando una lechada de cal o pasta asequible de los fabricantes de carburo de calcio. La consistencia exacta de dicha lechada o pasta no es importante con nuestro nuevo control.

10 Los ahorros en equipo y manejo químico compensan ampliamente el costo del exceso de cal usada en el proceso. Algunas aguas son tratadas con notoria ventaja mediante el uso de cal en exceso y el control de conductividad permite el uso controlado de cualquier exceso que se desee no obstante las variaciones en la composición de agua o fluido.

15 El uso del exceso de cal requiere tratamiento adicional para la estabilización de agua. Esto puede hacerse de diversos modos. Un modo es la recarbonación con gas fluido o dióxido líquido de carbono. La re-carbonación es llevada a cabo a un valor pH seleccionado, y resulta en una agua tratada de naranja metil uniforme y alcalinidad fenolftaleína.

20 Otro medio del manejo del exceso de cal está basado en nuestro reconocimiento de que cuando se usa un ajuste de proporción de conductividad que se acerque a 1,0, por ejemplo 1,04, la proporción de exceso de cal en el agua tratada con cal es proporcional a la alcalinidad del agua corriente. Por lo tanto, tratando una proporción definida de agua corriente con cal bajo control promedio a una relación de 1,04 en una primera etapa, y después añadiendo una segunda porción definida de agua corriente a porción tratada con cal en una segunda etapa,

30



7209

se obtiene un agua uniformemente tratada con cal.

De esta manera, en este tratamiento de derivación, el exceso de cal alimentado en la primera etapa de nuestro proceso, que permite control automático de la cal alimentada, por medios simples y confiables, no se desperdicia sino que es utilizada para el tratamiento de una cantidad proporcional de agua corriente adicional. Este tratamiento de derivación tiene la ventaja adicional de que no se requiere generalmente la re-carbonación para obtener un agua final satisfactoria.

Un ahorro adicional se obtiene mediante nuestra invención debido al hecho de que el agua tratada con cal es parcialmente clarificada antes de su coagulación, en donde la cantidad de productos químicos coagulantes requeridos es materialmente reducida comparada con la coagulación usual de agua clarificada tratada con cal.

El aparato de nuestra invención puede tomar diversas formas. Incluye un reactor en donde el tratamiento de la cal y floculación tienen lugar, un medio clarificador para preparar y alimentar la cal, preferiblemente como pasta, y medios de control regulando el suministro de cal a partir de una proporción pre-establecida entre la conductividad y el agua corriente y el agua tratada con cal. El reactor y el clarificador pueden ser dispuestos en un recipiente común, o en recipientes separados. En cada forma del aparato se utilizan medios simples para establecer una pluralidad de zonas o compartimentos en el reactor, en donde prevalecen diferentes valores pH. Preferiblemente, se proveen medios para regresar algunos sólidos previamente precipitados conteniendo carbonato de calcio é hidróxido de magnesio a y mezclándolos con el agua corriente y cal, para hacer uso de las ventajas bien conocidas de recirculación de la lechada.

La invención se comprenderá más fácilmente con ayuda de los dibujos en los que:

La Figura 1 es una vista vertical en sección transversal de una



287209

realización de un aparato de acuerdo con la invención;

La Figura 2 es una elevación del aparato de la Figura 1;

La Figura 3 muestra diagramáticamente los medios de control de suministro de la cal; y

La Figura 4 es una vista vertical en sección transversal de otra realización de un aparato de acuerdo con la invención.

En el aparato mostrado en las Figuras 1 y 2 el reactor 10 y el clarificador 12 están arreglados lado por lado en un recipiente común 13 teniendo paredes laterales 14 y 15 y paredes extremas 16 y 17 y una base 18 substancialmente plana. Una división vertical 20 extendiéndose por el ancho completo del recipiente 13 desde la base a una elevación sobre el nivel máximo predeterminado de agua L_1 , establecido mediante un controlador convencional flotante 21, separa el reactor 10 del clarificador 12. El reactor y clarificador están en comunicación hidráulica a una elevación central a través de un pasaje 22 que puede ser formado por cualquier medio conveniente, tal como una ranura, un conducto í como se muestra, una serie de orificios a través de la división 20.

Una división horizontal 25 forma en el reactor 10 un compartimiento superior 26 y un compartimiento inferior 27. Los dos compartimientos están en comunicación hidráulica a través del conducto 30, que conduce de una puerta 31 en la división 25 hacia abajo al compartimiento inferior 27 y tiene una extensión horizontal hacia dentro 32 con una porción base ranurada 33. Un puente o armazón 35 a través del reactor 10 sostiene un reductor-motor 36. Un eje 40, conectado al eje de salida del reductor-motor 36, se extiende a través del compartimiento superior 26 y la división 25 a la parte inferior del compartimiento inferior 27. Un sello 41 está provisto entre el eje 40 y la división 25 para evitar la filtración de líquido alrededor del eje. Asegurado al eje 40 en el compartimiento superior está un rotor 42 para mezclar agua corriente, cal y lechada recirculada. En la porción superior del



287209

compartimiento inferior del eje 40 lleva un rotor 43 para mezclar el coagulante con líquido parcialmente clarificado. Un agitador 44 para conservar el carbonato de calcio precipitado conteniendo sólidos en suspensión es fijado al eje 40 en la porción inferior del compartimen-
to de más abajo.

Un conducto de entrada de agua corriente 45 (véase la Figura 2) tiene una derivación 46 que descarga en el compartimiento superior 26 a través de una entrada 47 adyacente al rotor 42, un segundo ramal 48 que descarga en el compartimiento superior 26 a través de una entrada 49 cerca de la entrada del primer conducto derivado, y una tercera derivación 50, que descarga a través de una tubería 51 en el conducto 30 abajo de la división 25. Como se muestra en la Figura 2, el agua corriente en la segunda derivación 48 actúa sobre un eyector 53 al cual va conectada una línea de re-circulación de lechada 54. La línea 54 discurre desde la parte inferior del compartimiento inferior 27 a través de la pared 16. El calcio para el tratamiento de agua corriente es introducido a través del conducto 55 a la segunda derivación 48 justamente adelante de la entrada 49. La segunda derivación, por lo tanto, descarga una mezcla de agua corriente, lechada re-circulada de carbonato de calcio previamente precipitado conteniendo sólidos y calcio en el compartimiento superior. El conducto de calcio 55 es conectado a un alimentador de cal 60. Como se muestra en la Figura 3, el alimentador de cal 60 puede ser simplemente un tanque 61 con tolva inferior de tamaño conveniente, con una entrada en el fondo 62 conectada al lado de succión de una bomba 63, que tiene su lado de descarga conectado al conducto 55. Los medios de accionamiento 64 provistos con medios de arranque 65 se conectan a la bomba 63.

Una tubería coagulante 68 se extiende a través del compartimiento superior 26 y la división 25 y descarga en la porción superior del compartimiento inferior 27 adyacente al rotor 43.

19

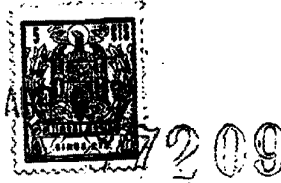


7209

En el clarificador 12 un desviador de entrada 70 deflexiona el líquido que entra a través del pasaje 22 hacia abajo a una elevación espaciada sobre el fondo. El efluente tratado y clarificado es retirado del clarificador 12 a través de un lavador efluente 71 provisto con orificios de entrada 72 localizados en el nivel mínimo predeterminado de agua L_2 , establecido por el controlador 21, y un conducto de salida 73. Las líneas darribadoras del sedimento 74 y 75 parten de la porción inferior del clarificador 12 y las líneas de lavado 76 y 77 son conectadas al compartimiento inferior del reactor y el clarificador, respectivamente, como se muestra. La línea darribadora del sedimento, no mostrada, puede derivarse de la línea de re-circulación del sedimento 54.

Un controlador de proporción de conductividad 80 (Figura 3) se usa para controlar la cantidad de calcio alimentado por la bomba 63 de acuerdo con una proporción establecida entre la conductividad del agua corriente y de la lechada de agua corriente, calcio y sólidos recirculados en el compartimiento superior, medido y transmitido al controlador por los electrodos de un par de celdillas de conductividad. Un número de controladores de proporción de conductividad son vendidos, como tales, por ejemplo por Industrial Instruments, Incorporated, de Cedar Grove, New Jersey, bajo la designación de Controlador R E 18 G SOLU BRIDGE. Dado que dichos controladores de proporción de conductividad pueden obtenerse en el mercado y su construcción y operación son bien conocidos en el arte, no se cree necesario describir este instrumento en detalle. Es suficiente decir que una de un par de celdillas de conductividad, 81 y 82, conectadas al controlador, por ejemplo la celdilla 81, es colocada en la corriente de agua, como se muestra en la Figura 2, y la otra celdilla de conductividad, 82, se extiende hacia el compartimiento superior 26 a una elevación por debajo del nivel mínimo predeterminado de líquido, como se establece por el controlador

19



21, de modo que esté en todo tiempo sumergido, como se muestra en las Figuras 1 y 2. El controlador de conductividad 80 es conectado eléctricamente al arranque 65 del accionador del alimentador de calcio 64 por un circuito de energía 83, como se muestra en la Figura 3.

5 Durante el funcionamiento, una proporción adecuada de agua corriente es introducida en el compartimiento superior 26 a través de las entradas 47 y 49. El agua corriente que entra a través de la entrada 47 constituye el eyector del agua de presión para regresar el sedimento al compartimiento superior y puede ser escasamente de un cuarto del agua corriente admitida en el compartimiento superior. El 10 calcio introducido en el compartimiento superior 26 es mezclado con el agua corriente y una gran cantidad de partículas de carbonato de calcio previamente precipitadas por rotación del rotor de mezclado 42.

15 El efluente del compartimiento superior pasa a través del conducto 30 hacia la porción inferior del compartimiento inferior 27. Si bien el efluente fluye a través del conducto 30, el balance del agua corriente es añadida al mismo. El calcio en exceso en el efluente reacciona con la alcalinidad en el agua corriente añadida. Esto resulta en un agua estable final propiamente tratada. La mezcla de efluente y agua corriente nuevamente añadida es descargada del conducto 30 20 a través de la porción ranurada 33 de la extensión 32 hacia una lechada concentrada de carbonato de calcio previamente precipitado conteniendo sólidos, que es mantenida en suspensión por rotación del agitador 44. El agua que sale de esta lechada es liberada de una gran parte de materia suspendida. El agua parcialmente clarificada es entonces sujeta a coagulación en la porción superior del compartimiento inferior, en donde el coagulante, admitido a través de la tubería 68, es mezclada suavemente con el agua mediante el rotor 43. 25 El agua coagulada pasa a través de los orificios 22 hacia el clarificador 12. Para incrementar la clarificación, el agua es primeramen 30



5 te deflexionada hacia abajo hacia el fondo del desviador 70, y después cambia su dirección, saliendo hacia arriba a los orificios 72 y hacia el lavador 71, desde el cual es retirada a través del conducto efluente 73. El asentamiento del sedimento en el fondo del compartimiento 27 y clarificador 12 es derivado: hacia abajo periódicamente, como se requiera, a través de la línea 54 y es conectado a la línea de soplado, y a través de las líneas 74 y 75, respectivamente.

El agua clarificada puede ser pasada a un punto de uso, o a un filtro, u otro tipo de tratamiento adicional, como se requiera.

10 Las celdillas de conductividad 81 y 82, miden la conductividad del agua corriente y la conductividad del contenido del compartimiento superior, respectivamente, y transmiten los impulsos eléctricos correspondientes al controlador del radio de conductividad 80. En respuesta a estos impulsos el controlador de proporción arranca y detiene el accionador alimentador de calcio 64 a través de su arranque 65 para mantener la proporción de conductividad para el cual está ajustado. Como se ha explicado anteriormente, esta proporción es preferiblemente ajustado a cuando menos 1,0-, y esto asegura que se alimente suficiente calcio siempre no obstante las condiciones variables para el tratamiento completo del agua corriente que entra en el compartimiento superior. Con proporción apropiada de las partes del agua corriente que va al compartimiento superior 26 y al conducto 30, habrá suficiente calcio en exceso en el efluente desde el compartimiento superior para el tratamiento del agua corriente añadida en el conducto 30, de manera de obtener un agua final apropiadamente tratada.

25 La estructura simple descrita establece en el reactor 10 zonas distintas diversas, en donde prevalecen diferentes valores pH. El compartimiento superior constituye una alta zona pH de control en donde se efectúan la mezcla de y reacciones primarias entre el agua corriente y el calcio, en presencia de lechada de retorno y en donde uno de

18/25



5

10

15

20

25

30

los electrodos conectados al controlador de proporción de conductividad 80 mide continuamente la conductividad de la mezcla y la señala al controlador. El conducto 30 forma una zona de estabilización en donde el exceso de calcio en el efluente de la zona de control reacciona con la alcalinidad del bicarbonato en el agua no tratada añadida allí al efluente. La parte inferior del compartimiento inferior sirve como zona gruesa de clarificación, en donde una gran parte de los sólidos suspendidos del efluente son retenidos. El pH en las zonas de estabilización y clarificación gruesa, si bien alto, es apreciablemente inferior a la zona de control 26 debido a la reacción entre el calcio en exceso y la alcalinidad del bicarbonato del agua corriente añadida en el conducto 30. La porción superior del compartimiento inferior es una zona de floculación, en donde, debido a la adición de los floculantes, el pH generalmente es aún más inferior que en la zona de estabilización y clarificación gruesa.

La concentración de la lechada en la zona de control es mantenida a un valor muy alto, en donde tiene lugar un excelente contacto entre el agua corriente y la lechada. Las reacciones en la zona de control son aceleradas por la presencia de una gran cantidad de calcio en exceso. Las reacciones secundarias son completadas en presencia de la gran cantidad de carbonato de calcio previamente precipitado conteniendo sólidos en la zona gruesa de clarificación.

Se obtienen ahorros importantes en los productos químicos, coagulando parcialmente el líquido clarificado. En algunos casos los coagulantes no serán requeridos.

En la realización de la invención mostrada en la Figura 4, el reactor 10a está dispuesto centralmente en el clarificador 12a, espaciado del fondo 18a del clarificador. La porción inferior de la pared 85 del reactor 10 puede deslizarse hacia dentro, como se muestra. Una división 86 en forma de capucha se extiende de una elevación sobre 1

1943



7209

extremo inferior de la pared 85 a cerca del fondo del clarificador 12a y forma con la pared 85 un pasaje 87 a través del cual el reactor está en comunicación hidráulica con el clarificador.

5 Una división horizontal 25a forma en el reactor compartimientos superior e inferior, 26a y 27a respectivamente, que están en comunicación hidráulica a través de las lumbreras 88 de la división 25a. Un eje 40a se extiende a través de los compartimientos superior é inferior y hacia el espacio bajo la división como una capucha 86. Los medios accionadores 36a para el eje pueden ser sostenidos de cualquier manera adecuada. Asegurado al eje 40a está un rotor mezclador 42a en 10 el compartimiento superior, un rotor floculante 43a en el compartimiento inferior, un rotor tipo turbina 89 que está equipado en una abertura central en la parte superior de la división 86 como capucha, y un agitador 44a extendiéndose a través y espaciado del fondo 18a 15 del clarificador.

Una porción del agua corriente que va a ser tratada y calcio para el tratamiento son introducidos en el compartimiento superior 26a a través de un conducto de entrada 46a para el agua corriente y un conducto para el calcio 55a, respectivamente. El carbonato de calcio 20 previamente precipitado conteniendo sólidos es retirado de la porción inferior del clarificador 12a por medio de una bomba 90 y llevando al compartimiento superior 26a del reactor a través de una línea 91 para retorno de la lechada.

25 Otra porción del agua corriente que va a ser tratada es admitida al compartimiento inferior a través de un conducto 51a y el coagulante es introducido a través de una tubería 68-a.

El clarificador 12a tiene un lavador 71a con medios, tales como un derrame 93, estableciendo el nivel máximo de líquido. En el fondo del clarificador una bomba de sedimentos 94 es provista desde la cual 30 conduce a una tubería para retirar el sedimento 95.

19 ABR



El equipo de control de alimentación y el calcio alimentado es igual al descrito en relación con las Figuras 1 y 3, con un electrodo 81a, extendiéndose hacia la corriente de agua y el otro, 82a, hacia el compartimiento superior o de control 26a del reactor.

5 En el funcionamiento de esta realización del invento una porción definida de agua corriente que va a ser tratada es mezclada en el compartimiento superior 26a con una cantidad de calcio suficiente para mantener la proporción de conductividad para la cual se ha ajustado el controlador, y los sólidos de retorno retirados de la porción inferior del clarificador 12a mediante la bomba 90. El efluente del compartimiento superior 26a entra en el compartimiento inferior 27a a través de las lumbreras 88. Los sólidos más pesados en el efluente se sumergen y deslizan sobre la pared inclinada de la división en forma de espucha 86 hacia el clarificador 12a. El efluente parcialmente clarificado es mezclado por rotación del rotor 43a con la porción del agua corriente que entra a través del conducto 51a, el coagulante que entra a través de la tubería 68a, y la lechada de los sólidos previamente precipitados que es bombeada mediante la turbina 89 desde el clarificador 12a hacia el compartimiento inferior 27a.

10 El efluente tratado y floculado del compartimiento inferior entra en el clarificador 12a a través del pasaje 87 y fluye hacia arriba y hacia el lavador 71a, desde el cual es retirado a través del conducto efluente 73a. El asentamiento del sedimento en el clarificador es agitado por el agitador 44a para mantenerlo en una condición fluida.

15 La separación correcta entre el agua que va a la zona de control y la que va a la zona de estabilización, puede ser fácilmente calculada.

20 Suponiendo, por ejemplo, que la alcalinidad del agua corriente es de 100 ppm, entonces

5

10

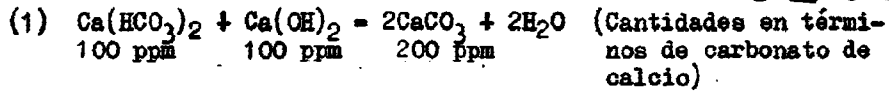
15

20

25

30

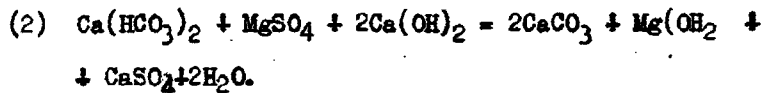
19 APR



La reducción en conductancia representada por la reacción anterior es aproximadamente de 200 micromhos, dado que cada parte por millón de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ como CaCO_3 tiene una conductancia de 2 micromhos. Si el controlador promedio es ajustado a 1,0, un exceso de calcio será presente equivalente a una conductancia de 200 micromhos. Dado que cada ppm de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tiene una conductancia de aproximadamente 5 micromhos, el exceso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bajo estas circunstancias, es $200/5 = 40$ ppm como CaCO_3 . Esto es suficiente para tratar 400 mililitros adicionales del agua corriente por cada litro de agua corriente tratada en el compartimiento de control. En otras palabras, para un tratamiento correcto del volumen total de agua, el 71 % será mezclado y reactivado con el calcio en su totalidad, y después el 29 % del agua corriente sin tratamiento será añadido al ya tratado 71 %.

Si el agua corriente cambia de modo que contenga 200 ppm $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ como CaCO_3 , el excedente de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ será de 80 ppm como CaCO_3 . En este caso, como en cualquier otro aumento o disminución en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ en contenido, la relación 71 % — 29 % aún será aplicable.

Asumiendo que el agua corriente cambia y que el agua contiene en adición al bicarbonato de calcio también sulfato de magnesio, entonces:



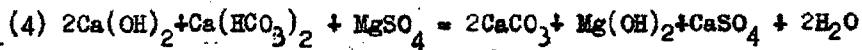
La reducción en conductancia en este caso es igual a la proporción 1, v.gr., 200 micromhos, como CaSO_4 es producido equivalente a MgSO_4 y estos tienen la misma conductancia.

En la segunda etapa, con la misma separación de 71 % — 29 %, la reacción sería como sigue:





Esto representa un agua apropiadamente tratada, en donde la precipitación completa de magnesia no es requerida. Cuando se desea precipitar la magnesia también en la segunda etapa, solamente 200 ml. de agua corriente serán añadidos en la segunda etapa, resultando en una separación de 83 % — 17 %, siendo la reacción en la segunda etapa como sigue:



La proporción (4) también representa un agua apropiadamente tratada.

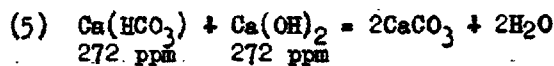
Ejemplo:

El análisis de cantidades de agua corriente de naturaleza variable ha dado los siguientes resultados en distintas veces:

<u>Primer Período</u>	<u>Segundo Período</u>	<u>Tercer Período</u>
P 0	0	0
M 294	295	300
Ca 272	286	264
Mg 155	160	161

) ppm como
CaCO₃

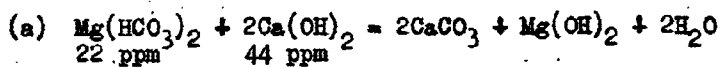
Las cantidades mínimas y máximas de calcio requeridas en la segunda etapa durante el primer período se determinan mediante las siguientes ecuaciones:



La reducción en conductividad de la proporción (5) es de

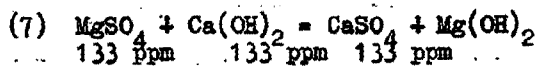
$$2 \times 272 = 544 \text{ micromhos.}$$

$$\text{Excedente } Ca(OH)_2 = 544/5 = 109 \text{ ppm}$$



La reducción en conductividad es de $2 \times 22 = 44$ micromhos.

$$\text{Excedente de } Ca(OH)_2 = 44/5 = 9 \text{ ppm}$$



Ningún cambio en conductividad resulta de la reacción (7).

Las anteriores proporciones muestran:



87209

Cal. total en exceso en la primera etapa $109 + 9 = 118$ ppm

Cal necesaria para las reacciones 5 y 6 $= 272 + 44 = 316$ ppm.

Cal requerida para reacciones 5, 6 y 7 $= 272 + 44 + 133 = 449$ ppm.

De estas proporciones se deduce que cualquier valor de un mínimo de 316 ppm a un máximo de 449 ppm de calcio en la segunda etapa resultará en agua final apropiadamente tratada cuando un agua final de alcalinidad total mínima es requerida, como es el caso más frecuente. Si menos de 316 ppm de calcio son aplicados, no hay suficiente calcio para reactivar completamente con la alcalinidad presente. Cuando se aplican más de 316 ppm, la magnesia se precipita. Si se aplican más de 449 ppm, el agua final contendrá un exceso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ soluble.

La separación del agua corriente entre la primera y segunda etapas que provee un efluente total apropiadamente tratado puede ser calculada mediante las proporciones anteriores.

La cal excedente asequible para el tratamiento del agua corriente en la segunda etapa es de 118 ppm. Se requieren 316 ppm de cal por litro de agua corriente si no se desea precipitar la magnesia en la segunda etapa. Por lo tanto, la cantidad de agua corriente que puede ser tratada en la segunda etapa con el exceso de cal asequible es:

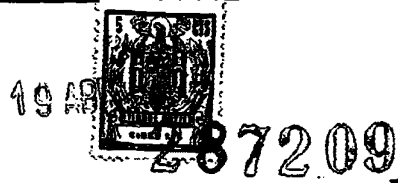
$$118/316 \times 1000 \text{ ml} = 370 \text{ ml.}$$

Esto resulta en una separación del 73 % del agua corriente que está siendo tratada que va de la primera etapa y 27 % a la segunda etapa.

Si la magnesia debe ser precipitada en la segunda etapa, se requieren 449 ppm de cal por litro de agua corriente. Por lo tanto, la cantidad de agua corriente que puede ser tratada en la segunda etapa bajo estas circunstancias es:

$$118/449 \times 1000 \text{ ml} = 260 \text{ ml.}$$

Esto resulta en una separación del 79 % de agua corriente tratada que va de la primera etapa y 21 % a la segunda etapa.



Obviamente, cualquiera separación dentro del promedio de 73 % — 27 %, a 79 % — 21 % en la segunda etapa producirá un agua final apropiadamente tratada.

5 Durante el segundo período, con M 295, Ca 286 y Mg 160, la separación era de 72 % — 28 % si la magnesia no es precipitada en la segunda etapa, y 79 % — 21 % si no se desea precipitar la magnesia en la segunda etapa.

10 Durante el tercer período, con M 300, Ca 264, y Mg 161, la separación es 73 % — 27 % sin precipitación de magnesia en la segunda etapa, y 79 % — 21 % con precipitación de magnesia. Una simple separación resultante en tratamiento satisfactorio bajo estas condiciones variables de la misma agua corriente puede ser fácilmente establecida.

15 Un aparato de acuerdo con la invención ha sido operado con agua de pozo de Tucson por períodos largos, con la atención grandemente limitada a conservar el suministro de cal suplido con la misma. La alcalinidad del agua de Tucson varía dentro del promedio de 130 ppm a 230 ppm y los cambios en la alcalinidad del agua corriente son frecuentes y rápidos. Los cambios de \pm 75 ppm se han observado en una hora. No obstante estas amplias y repetidas variaciones, el agua tratada era muy uniforme y alcalinidad P y M.

20 Para probar la efectividad de nuestro nuevo proceso 2 ppm de metafosfato fueron alimentados por 24 horas en la instalación. Es bien conocido que el metafosfato en dichas cantidades inhibe el suavizamiento del calcio en instalaciones convencionales de tratamiento de cal. En nuestra instalación el metafosfato no afectó los uniformes buenos resultados de la operación. Cuando el metafosfato alimentado fué aumentado, el proceso no fué afectado hasta que se llegó a 5 ppm. Entonces los resultados se hicieron menos buenos y uniformes.

30 Si bien hemos descrito y mostrado una porción de líquido crudo

19 ABR 1961



287209

mezclado con el efluente del compartimiento de control, deberá entenderse que este tratamiento de separación no es requisito de la invención y que en muchos casos todo el líquido que va a ser tratado será introducido en el compartimiento de control o superior. En tales casos el efluente reactor será tratado mediante carbonación con gas fluido o dióxido líquido de carbono de la manera conocida. Simples medios efectuando la carbonación son diagramáticamente mostrados en la Figura 1. Un anillo regadera 100 abajo del rotor 43 es conectado por una línea 101 a cualquiera fuente adecuada de gas fluido o dióxido líquido de carbono bajo presión suficiente para permitir la introducción del gas o líquido a través de los orificios del anillo regadera. El gas o líquido descargado del anillo regadera 100 es mezclado por el rotor 43 con el líquido parcialmente clarificado en la porción superior del compartimiento inferior, simultáneamente con el mezclado del coagulante con el líquido. Otro punto de aplicación de la carbonación sería en la porción inferior del clarificador 12.

La proporción de conductividad de 1,0 \pm es la proporción más práctica y preferida debido, por ejemplo, al hecho de que la unidad, cuando se llena primeramente con agua, no arrancará por sí misma a menos que la proporción se ajuste a cuando menos 1,0 \pm . Similarmente, si un operario olvida rellenar de cal el alimentador de cal, y el compartimiento de control contiene, consecuentemente, solamente agua, la unidad no arrancará automáticamente a menos que la proporción de conductividad exceda de 1,0. Sin embargo, el proceso y aparato son también operables con proporciones un tanto menores, siempre que la cantidad de cal alimentada al compartimiento de control sea suficiente para asegurar el tratamiento apropiado del agua total. El control con tales proporciones inferiores requiere arranque manual bajo circunstancias específicas antes indicadas.

También existen casos en donde está indicada una proporción

19 ABR



287209

5 mas alta, tal como 1,1 o más. Por ejemplo, se ha propuesto como uno de los medios más eficientes para remover las proteínas del agua para tratar el agua con un gran excedente de cal. Por lo tanto, si bien la proporción 1,0 + es generalmente preferida, deberá entenderse que la invención no está limitada a esta proporción específica, sino que pueden usarse proporciones más bajas o más altas.

10 La invención es particularmente útil en el tratamiento de líquidos de calidad variable, y/o cantidad, y/o temperatura. Sin embargo, la invención puede también ser usada con ventaja en el tratamiento de líquidos teniendo características constantes. En la nueva instalación de tratamiento los alimentadores complicados y costosos, proporcionadores y controladores de salida de las instalaciones convencionales, ya no son necesarios. En su lugar, se usa equipo de control y alimentación seguro y económico y muy simple, el cual también permite ahorro en el costo de las sustancias químicas y en su manejo.

15 En resumen, la Patente de Invención que se solicita, deberá recaer sobre las siguientes

REIVINDICACIONES

20 1. Método y aparato para tratar automáticamente un líquido con cal para obtener un líquido tratado de calidad satisfactoria, cuyo método comprende medir continuamente las condiciones del líquido no tratado, medir continuamente la conductancia del líquido tratado y controlar el suministro de cal para mantener una proporción predeterminada entre la conductancia del líquido no tratado y la conductancia del líquido tratado.

25 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se empieza el suministro de cal cuando la proporción entre la conductancia del líquido no tratado y la conductancia del líquido tratado cae por debajo de dicho valor predeterminado, y se detiene cuando dicha proporción alcanza dicho valor predeterminado.

30



207209

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque se empieza el suministro de cal cuando la conductancia del líquido tratado es menor que la conductancia del líquido sin tratamiento, y se detiene cuando es por lo menos igual a la conductancia del líquido no tratado.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se mide eléctricamente dicha conductancia, utilizándose los impulsos eléctricos obtenidos de dicha medición para iniciar y detener el suministro de cal.

5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho valor predeterminado es de 1,0 +.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en donde dicho líquido es un agua cruda de contenido mineral variable que es tratada con cal para reducir la alcalinidad, caracterizado por la adición a dicha agua cruda en una zona de control de una cantidad mayor de cal que la requerida para la precipitación de los bicarbonatos de calcio y magnesia en dicha agua cruda, siendo suficiente dicha cantidad para mantener una proporción entre la conductancia del agua tratada con cal y la conductancia del agua cruda de alrededor de 1,0, y por controlar el suministro de cal a dicha primera zona para mantener dicha proporción.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por la mezcla con el exceso de cal que contiene efluente de dicha zona de control, de agua cruda adicional, estando proporcionada dicha agua cruda de manera que el exceso de cal en dicho efluente sea suficiente para precipitar cuando menos los bicarbonatos de calcio en dicha agua cruda adicional.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por clarificar el efluente de dicha zona de control y retirar el efluente clarificado.



87208

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por coagular el efluente de dicha zona de control, y separar el efluente coagulado en carbonato de calcio conteniendo sólidos y efluente clarificado.

5 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por separar el carbonato de calcio precipitado conteniendo sólidos del efluente de dicha zona de control, devolver una porción del carbonato de calcio separado que contiene sólidos a dicha zona de control, mezclándola allí con agua y cal, retirar los sólidos en exceso del proceso y retirar el efluente clarificado del proceso.

10 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por carbonatar el efluente de dicha zona de control.

15 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por alimentar la cal como una lechada pastosa, siendo preparada dicha lechada pastosa depositando la cal en la superficie de agua suficiente para obtener el remojamiento de la cal pero insuficiente para permitir el asentamiento substancial de la cal de la lechada resultante.

20 13. Aparato para llevar a cabo el método de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque comprende un reactor provisto de una cámara de control, una salida de dicha cámara de control, un conducto de líquido crudo que descarga en dicha cámara de control, medios para conducir la cal hacia dicha cámara de control, medios para mezclar la cal con líquido en dicha cámara de control, medios para poner en funcionamiento dichos medios transportadores de cal, un controlador de proporción de conductividad, un circuito de potencia a través de dicho controlador y dichos medios para poner en funcionamiento dichos medios conductores de cal, un par de electrodos eléctricamente conectados con dicho controlador de proporción de conductividad, extendiéndose uno de dichos electrodos en dicha cámara de control y

25

30



87209

5
10
15
20
25
30

midiendo la conductividad del contenido de dicha cámara de control, extendiéndose los otros electrodos hacia dicho conducto de líquido crudo y midiendo la conductividad del líquido crudo, medios para transmitir señales de cada electrodo a dicho controlados de proporción de conductividad correspondiendo a la conductividad medida por el electrodo respectivo, teniendo dicho controlador de proporción de conductividad medios para cerrar dicho circuito de potencia y comensar la operación de dichos medios conductores de cal cuando la proporción entre la señal correspondiente a la conductividad del contenido de la cámara de control y la señal correspondiente a la conductividad del líquido crudo cae por debajo del valor para el cual el control está ajustado, y para romper dicho circuito de potencia y detener la operación de dicho suministro de cal al alcanzarse dicho valor, y medios para clarificar el efluente de dicha cámara de control.

14. Aparato de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por estar provisto de medios para hacer regresar los sólidos separados del efluente de dicha cámara de control a dicha cámara de control.

15
20
25
30

15. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 14, caracterizado por comprender un clarificador, un pasaje que establece una comunicación hidráulica entre una porción inferior de dicho clarificador y una porción inferior de dicho reactor, una división horizontal a través de dicho reactor, estando localizada dicha cámara de control sobre dicha división y una cámara de floculación localizada por debajo de dicha división, una lumbrera en dicha división horizontal para la salida del agua de dicha cámara de control a dicha cámara de floculación, un eje que se extiende a través de dicha cámara de control y hacia dicha cámara de floculación, un rotor mezclador y un rotor floculante asegurado a dicho eje en la cámara de control y la cámara de floculación, respectivamente, medios para hacer girar dicho eje, medios para introducir floculantes hacia dicha cámara de floculación,



287209

medios para retirar líquido tratado clarificado desde una porción superior a dicho clarificador, y medios para descargar sólidos de dicho aparato.

5 16. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado porque comprende medios para añadir una porción de líquido crudo de dicho conducto de líquido crudo al efluente de dicha cámara de control.

10 17. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado por comprender medios para carbonatar el efluente de dicha cámara de control.

18. Aparato de acuerdo con la reivindicación 17 caracterizado por comprender medios de carbonamiento comprendiendo un anillo regadera por abajo de dicho rotor floculante, y una conexión entre dicho anillo regadera y una fuente de dióxido de carbono bajo presión.

15 19. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 18, caracterizado por comprender un agitador asegurado a dicho eje en la porción del fondo de dicho reactor y adecuado para mantener en suspensión los sólidos precipitados en y separados del efluente de dicha cámara de control.

20 20. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 19, caracterizado por comprender una división vertical que forma una pared común entre dicho reactor y dicho clarificador, extendiéndose dicho pasaje a través de dicha división vertical, y un conducto que va de dicha lumbrera en dicha división horizontal hacia la cámara de floculación y que descarga adyacentemente a dicho agitador, descargando dichos medios para añadir una porción del líquido crudo al efluente de dicha cámara de control en dicho conducto.

25 30 21. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 19, caracterizado por comprender medios para hacer regresar el carbonato de calcio que contiene sólidos de dicho clarificador a la porción infe-



287209

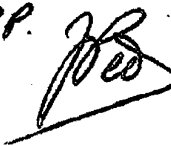
rior de dicho reactor.

22. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "MÉTODO Y APARATO PARA TRATAR AUTOMATICAMENTE UN LIQUIDO CON CAL".

5 Todo tal y como se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintiseis páginas escritas a máquina, y dibujos que se acompañan.

Madrid, 19 de Abril de 1963

ALFONSO UNGRIA

P.P. 

10

287209

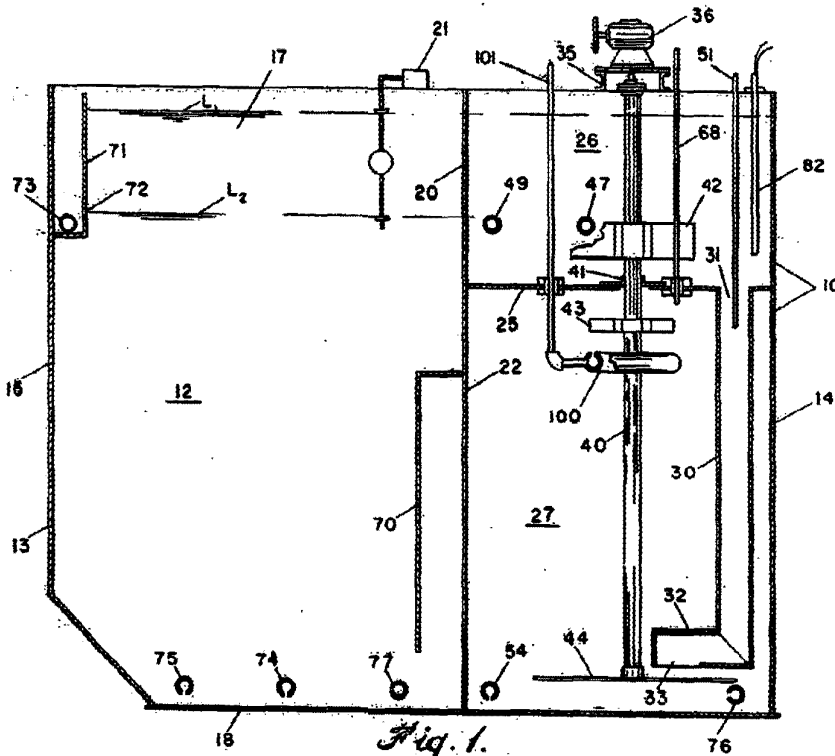


Fig. 1.

ESCALA VARIABLE
 MADRID, 19 DE Abril DE 1963
 ALFONSO UNGRÍA

P.P.
[Handwritten signature]

287209

1963

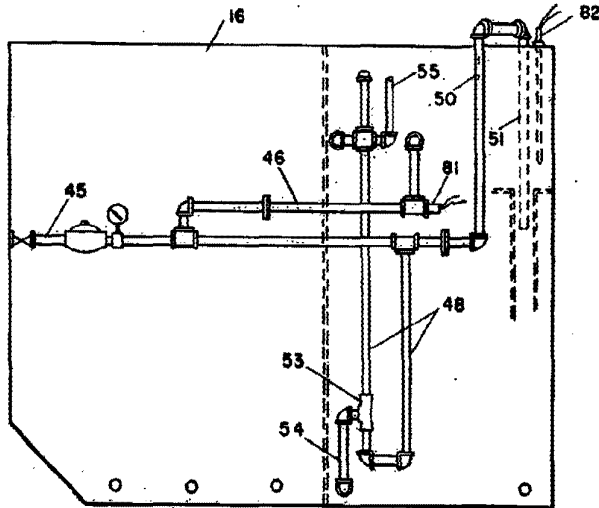


Fig. 2.

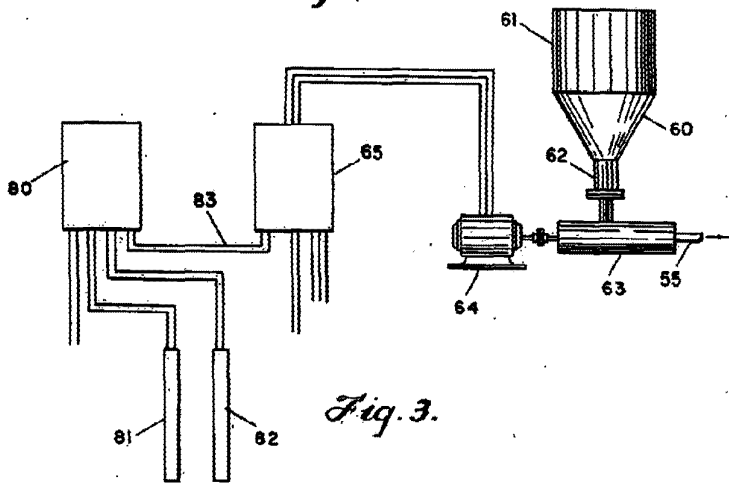


Fig. 3.

ESCALA VARIABLE
MADRID, 19 DE Abril DE 1963
ALFONSO UNGRIN

P.P.

287209

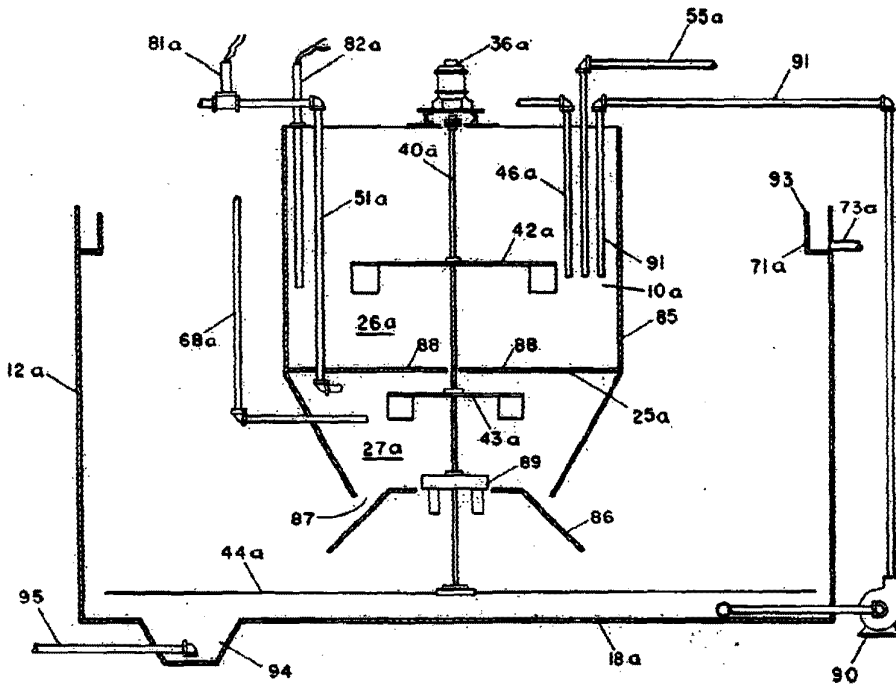


Fig. 4.

ESCALA VARIABLE
MADRID, 19 DE Abril DE 1963
ALFONSO UNGRÍA

P.R. *[Signature]*