

371926

- 1 -



P. 1969

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>C-01</u>
SUBCLASE <u>B</u>

1

371926

5

Como divisional de la Patente de In  
vención No. 356.052.

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

10

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: WHITE CORPORATION.

Residencia: HARVEY, Illinois - ESTADOS UNIDOS

15

Enunciado: "UN APARATO PARA HACER REACCIONAR  
CONTINUAMENTE ROCA DE FOSFATO Y -  
ACIDO SULFURICO".

-----

20

Compendio de la Exposición

Un método y un aparato para fabricar ácido fos--  
fórico mediante el proceso húmedo en donde los reactivos  
se introducen en una combinación de reactor y unidad de en

25

---



- 2 -

371926

1 friamiento de pasta acuosa que se equipa para hacer circular  
continua- mente la pasta acuosa de reacción contenida en la  
misma en un diagrama de flujo adaptado para exponer prácti-  
camente todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción hacia  
5 un espacio de margen libre en la unidad. Se mantienen pre-  
siones inferiores a la atmosférica en el espacio de margen  
libre para proporcionar un enfriamiento evaporatorio del  
cuerpo de la pasta acuosa de reacción a un régimen que está  
prácticamente en equilibrio con el régimen al cual se genera  
10 calor en la pasta acuosa de reacción, desde las reacciones  
exotérmicas que ocurren en la misma. El régimen de circula-  
ción de la pasta acuosa de reacción, es por lo menos igual,  
al 20 por ciento de la masa total de la pasta acuosa de reac-  
ción por minuto y de preferencia dentro de la escala de 100  
15 por ciento a 200 por ciento de la masa total de la pasta acu-  
sa de reacción por minuto. El efecto combinado de la circu-  
lación de la pasta acuosa y el enfriamiento evaporatorio pro-  
porciona un nivel prácticamente uniforme de supersaturación  
de sulfato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa  
20 de reacción, permitiendo la producción de cristales de sul-  
fato de calcio que exhiben características de filtración y  
lavado considerablemente mejoradas.

#### Antecedentes y Descripción de la Invención

25 La presente invención se relaciona generalmente  
tanto con mejoras como innovaciones en el proceso y el apa-

371926 - 3 -



1       rato para la fabricación de ácido fosfórico mediante el pro-  
      ceso húmedo. Más específicamente, esta invención se relacio-  
      na con una combinación novedosa de un reactor para ácido  
      fosfórico de proceso húmedo en combinación con una unidad  
5       de enfriamiento de pasta acuosa, y método que utiliza enfria-  
      miento al vacío en combinación con regímenes de circulación  
      altos, de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción para  
      proporcionar condiciones en la unidad que permita el manteni-  
      miento de niveles prácticamente uniformes de supersaturación  
10       de sulfato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa  
      de reacción. Por lo tanto, el proceso y aparato de la presen-  
      te invención, permiten el desarrollo de cristales grandes de  
      sulfato de calcio que exhiben capacidades de filtración y  
      de lavado mejoradas, proporcionando de esta manera recupera-  
15       ciones aumentadas de ácido fosfórico a costos de funciona-  
      miento reducidos.

      El llamado proceso húmedo para la fabricación de  
      ácido fosfórico es bien conocido y se ha descrito completa-  
      mente tanto en la literatura técnica como de patente. Este  
20       proceso se define usualmente como la reacción de fosfato de  
      tricalcio con un exceso de ácido fosfórico para producir  
      fosfato de monocalcio que a su vez reacciona con el ácido  
      sulfúrico para producir una solución de ácido fosfórico  
      ( $H_3PO_4$ ), y un cristal de sulfato de calcio. Una descrip-  
25       ción comprensiva de este proceso se encuentra en "Acido

371926



- 4 -

I Fosfórico, Fosfatos y Fertilizantes Fosfáticos" de Weber,  
páginas 174 y siguientes (1952, Reinhold Publishing Corp.).  
En particular, el Capítulo 12 de este texto, que comienza en  
la página 174, se denomina "La Fabricación de Acido Fosfórico  
5 mediante el Proceso Húmedo" y describe en detalle la fabri-  
cación del ácido fosfórico de proceso húmedo mediante méto-  
dos convencionales. La bibliografía al final de este capítu-  
tulo, incluye también referencias en cuanto a un número de  
patentes y de literatura adicional sobre esta materia.

10 En una planta convencional para la fabricación de  
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo, hay uno o más  
tanques de reactor, todos los cuales se equipan con agitado-  
res. Una hoja de flujo para dicha planta se ha mostrado en  
la página 181 del texto de Weber anteriormente mencionado,  
15 e ilustra varios tanques colocados en un sistema de cascada,  
con el primer tanque premezclador estando a un nivel superior  
y el último tanque del reactor estando al nivel más bajo.

Las pérdidas de producto en la operación del pro-  
ceso húmedo para la fabricación de ácido fosfórico se rela-  
cionan con la capacidad de filtración y de lavado de los  
20 cristales de sulfato de calcio producidos. A este respecto  
se sabe que las recuperaciones del producto de ácido fosfó-  
rico son inversamente proporcionales al número de cristales  
que se producen y directamente proporcionales al tamaño de  
25 dichos cristales. Consecuentemente, es deseable producir



1 cristales de yeso que son menores en número y mayores en  
tamaño.

5 El proceso y aparato de la presente invención pro-  
porcionan medios para dicho resultado empleando cooperativa-  
mente un alto régimen de circulación de cuerpo de pasta acuo-  
sa de reacción en combinación con un régimen controlado de  
enfriamiento evaporatorio. En particular, esta invención in-  
volucra un método y un aparato para hacer circular la pasta  
acuosa de reacción en una combinación de reactor y unidad \*  
10 de enfriamiento, alrededor de un medio que dirige el flujo  
a fin de exponer prácticamente todo el cuerpo de pasta acuo-  
sa de reacción a presiones inferiores a la atmosférica para  
efectuar el enfriamiento evaporatorio que se mantiene prácti-  
camente en equilibrio con el calor generado a través de las  
15 reacciones exotérmicas que ocurren en el cuerpo de la pasta  
acuosa de reacción. Los diferenciales localizados en tempe-  
ratura y concentración de esta manera se reducen al mínimo  
eficazmente para proporcionar un nivel prácticamente unifor-  
me de supersaturación de sulfato de calcio a través de la  
20 masa de reacción que reduce el número de núcleos que se están  
formando. Este factor se hace particularmente importante,  
cuando se observa que el régimen de nucleación aumenta ex-  
ponencialmente en vez de manera directa, con un aumento en  
la supersaturación.

25 El uso combinado de enfriamiento al vacío y el alto

371926

- 6 -



1 régimen de circulación de la pasta acuosa de reacción en un  
diagrama de flujo predeterminado, logra un resultado nuevo  
e inesperado que, para los fines de explicación puede carac-  
terizarse como una "superficie ampliada". Por ejemplo, un  
5 reactor de sección transversal cilíndrico, usado para produ-  
cir aproximadamente 300 toneladas al día de  $P_2O_5$  tendría un  
diámetro de aproximadamente 7.925 metros y un área superficial  
equivalente de aproximadamente 4933 centímetros cuadrados.  
El efecto combinado del alto régimen de circulación y enfria-  
10 miento al vacío de la pasta acuosa de reacción, de conformi-  
dad con la presente invención, sin embargo, cooperan para  
crear una "superficie ampliada", altamente turbulente y gran-  
demente aumentada, equivalente a un área superficial que es  
muchas veces mayor de 4933 centímetros cuadrados y que se  
15 proporciona mediante la geometría del reactor. Una ventaja  
importante de esta "superficie ampliada" es la de que acentúa  
significativamente la uniformidad de la temperatura a tra-  
vés del cuerpo de la pasta acuosa de reacción.

Una modalidad preferida de la presente invención  
20 que se describe más completamente a continuación, involucra  
la atomización del ácido sulfúrico que se alimenta al reac-  
tor a través de las boquillas de presión que rocían hacia  
abajo hacia la "superficie ampliada" de la pasta acuosa de  
reacción para distribuir el ácido uniformemente hacia esta  
25 superficie de pasta acuosa ampliada y que proporcionan la uni-



1       formidad de distribución anteriormente no obtenible del ácido  
do sulfúrico en la pasta acuosa de reacción para de esta ma-  
nera, reducir considerablemente e impedir la nucleación ex-  
cesiva en las áreas localizadas.

5               Por lo tanto, un objeto de la presente invención  
es proporcionar un proceso y aparato mejorados para llevar  
a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante el proce-  
so húmedo.

10               Otro objeto de la presente invención es proporcio-  
nar un proceso y un aparato que permite la producción de cris-  
tales de sulfato de calcio grandes y uniformes mientras que  
se lleva a cabo el proceso húmedo para la producción de áci-  
do sulfúrico mediante lo cual las pérdidas del producto se  
15       reducen inherentemente al mínimo durante la filtración y el  
lavado de la torta de cristal de sulfato de calcio dando por  
resultado tanto costos de funcionamiento más bajos como recu-  
peraciones mejoradas. A este respecto, se aprovecha la venta-  
ja del principio altamente importante del desarrollo del cris-  
tal que es el control y mantenimiento del nivel de supersatu-  
20       ración apropiado uniformemente a través de toda la zona de  
reacción. Este valor queda dentro de la zona metaestable para  
el medio ambiente específico y se ha establecido de manera tal  
que dicho valor dará por resultado el depósito del soluto so-  
bre los cristales existentes en vez de la formación de nuevos  
núcleos.

25

371926



- 8 -

1                    Otro objeto de la presente invención es la provisión  
de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta  
acuosa que utiliza varío en donde la energía usada para la  
agitación también se usa para la circulación de la pasta  
5                    acuosa de reacción dentro de un solo recipiente mediante lo  
cual los requisitos de energía se reducen tanto así como en  
dos terceras partes de la demanda de energía en una instala-  
ción convencional de proceso húmedo.

10                   Otro objeto de la presente invención es proporcionar  
una combinación mejorada de reactor y unidad de enfriamiento  
de pasta acuosa para la fabricación de ácido fosfórico de pro-  
ceso húmedo que emplea un medio de dirección de flujo y un me-  
dio para impartir flujo que cooperan para proporcionar una cir-  
culación de alta velocidad suficiente de la pasta acuosa de  
15                   reacción a través de la unidad a un régimen de masa de por lo  
menos igual al 20 por ciento del volumen de la pasta acuosa  
de reacción por minuto mediante lo cual ocurrirá una recircula-  
ción completa de la pasta acuosa de reacción por lo menos una  
vez cada cinco minutos.

20                   Otro objeto de la presente invención es proporcionar  
una combinación de reactor y unidad enfriadora y evaporadora  
de pasta acuosa para llevar a cabo la fabricación de ácido  
fosfórico mediante el proceso húmedo cuya unidad emplea un  
tubo de aspiración equipado con una hélice que proporciona una  
25                   dirección positiva y una trayectoria para la alta circulación

37 1926



1963

- 9 -

1 interna crea y mantiene un flujo controlado de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción a través de la unidad, mediante lo cual se logra una dispersión rápida y uniforme con un control estrecho de la supersaturación.

5 Otro objeto de la presente invención es la provisión de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que permite la eliminación de bombas y tuberías de recirculación para conducir la pasta  
10 acuosa de reacción hasta un enfriador de vacío separado.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un reactor de un solo recipiente y un enfriador de pasta acuosa del tipo que se describe en donde los reactivos, es decir, la roca de fosfato, el ácido de "regreso" (ácido fosfórico débil) y ácido sulfúrico se introducen dentro del recipiente  
15 de una manera que permite la eliminación de los tanques premezcladores usuales que se encuentran en las instalaciones convencionales.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso y un aparato para llevar a cabo las reacciones en  
20 la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo con condiciones de temperatura prácticamente isotérmicas en el sistema que se aproximan estrechamente a la temperatura a granel promedio de la pasta acuosa de reacción (es decir,  
25 en donde la temperatura en las áreas localizadas pocas veces

371326



- 10 -

1       excede la temperatura a granel promedio en más de  $1/2^{\circ}\text{C}.$ ) y  
con la pasta acuosa de reacción experimentando una alta circu-  
lación en un diagrama de flujo predeterminado. De esta manera  
se crea un medio ambiente favorable para la dispersión, reac-  
5       ción y desarrollo del cristal con el resultado neto de que  
apreciablemente hay menos nucleación en el reactor y por lo  
tanto una formación y desarrollo mayores y más apropiados que  
cristal de sulfato de calcio proporcionando una pasta acuosa  
con filtración considerablemente mejorada y características de  
10       trabajo mejoradas y dando por resultado una capacidad de fil-  
tro aumentada y pérdidas correspondientemente reducidas de  
ácido fosfórico con los cristales de sulfato de calcio o de  
desperdicio.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar  
15       un proceso y aparato nuevos y mejorados para la producción de  
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que involucra el  
uso combinado de enfriamiento al vacío a regímenes altos de  
circulación para proporcionar un nivel prácticamente uniforme  
de supersaturación de sulfato de calcio y de temperatura a  
20       través de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción, pro-  
porcionando el proceso y el aparato enfriamiento evaporatorio  
a un régimen que es prácticamente igual al calor despedido en  
las reacciones exotérmicas que ocurren en el cuerpo de pasta  
acuosa de reacción.

25       Otro objeto de la presente invención es proporcionar



1 un proceso y aparato nuevos y mejorados para la fabricación de  
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que involucra la  
reacción de roca de fosfato y ácido sulfúrico en donde el áci-  
do sulfúrico se descarga hacia una unidad de reactor y enfria-  
5 dor a través de una o más boquillas de descarga de presión  
para proporcionar la distribución atomizada del ácido sulfú-  
rico hacia la superficie del cuerpo de la pasta acuosa de  
reacción que está circulando a un alto régimen de flujo para  
efectuar una distribución pr-ácticamente uniforme del ácido  
10 sulfúrico a través del cuerpo de la pasta acuosa de reacción  
para de esta manera impedir la nucleación excesiva en la pas-  
ta acuosa de reacción que ocasiona mediante las concentracio-  
nes desiguales del ácido sulfúrico en la misma.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar .  
15 un proceso y aparato mejorados para llevar a cabo la fabrica-  
ción de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que es más  
sencillo de hacer funcionar y controlar que las instalaciones  
convencionales en donde los gases de flúor nocivos que se  
producen en las reacciones del proceso húmedo se condensan  
20 mediante o se separan con el agua del condensador a fin de  
hacer innecesario el sistema depurador de flúor usual con su  
sistema de ducto, amortiguadores y ventiladores normalmente  
requeridos para impedir la contaminación atmosférica.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar  
25

371926

- 12 -



SEP. 1963

1 una unidad de enfriamiento y reactor para pasta acuosa mejorada  
para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante  
el proceso húmedo que ocupa menos espacio, requiere menos pie-  
zas movibles y es considerablemente menos costoso de construir,  
5 hacer funcionar, limpiar y mantener que las instalaciones con-  
vencionales para de esta manera reducir considerablemente el  
capital y los costos de funcionamiento.

Otros objetos adicionales de la presente invención  
se harán evidentes de la siguiente descripción detallada que  
10 se toma en relación con los dibujos que se acompañan, en los  
cuales:

La Figura 1 es una vista diagramática de una insta-  
lación para producir ácido fosfórico mediante el proceso húme-  
do que utiliza los principios de la presente invención y en  
15 donde se muestra una combinación de reactor y unidad de enfria-  
miento que constituye una modalidad de la invención;

La Figura 2 es una vista diagramática de una forma  
modificada del reactor y la unidad de enfriamiento que consti-  
tuye una segunda modalidad del aparato de la presente invención;

20 La Figura 3 es una vista diagramática de una forma  
modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento com-  
binados que constituyen una modalidad preferida de la presen-  
te invención;

25 La Figura 4 es una vista seccional de planta que se  
toma por la línea 4--4 de la modalidad preferida de la presen-

371926

- 13 -



1 te invención que se muestra en la Figura 3;

5 La Figura 5 es una vista diagramática de una forma modificada de la modalidad preferida de la presente invención que se muestra en las Figuras 3 y 4 en donde una pluralidad de tubos de aspiración, cada uno de los cuales se equipa con una hélice separada, se proporcionan en la sola combinación de reactor y unidad de enfriamiento;

10 La Figura 6 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 6--6 de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento que se muestra en la Figura 5;

La Figura 7 es una vista diagramática de una forma modificada del aparato que representa una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención;

15 La Figura 8 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 8--8 del aparato mostrado en la Figura 7;

20 La Figura 9 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención en donde la hélice y el tubo de aspiración giran juntos como una unidad;

La Figura 10 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 10--10 del aparato mostrado en la Figura 9;

25 La Figura 11 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención;

371926



- 14 -

1 La Figura 12 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 12--12 del aparato mostrado en la figura 11;

5 La Figura 13 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención en donde los miembros deflectores planos se substituyen por el medio de dirección de flujo de tubo de aspiración de la modalidad preferida de esta invención que se muestra en las figuras 3 y 4;

10 La figura 14 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 14--14 del aparato mostrado en la Figura 13;

15 La Figura 15 es una vista diagramática de una forma modificada adicional de la modalidad preferida del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención que se muestra en las Figuras 3 y 4;

La Figura 16 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 16--16 del reactor y unidad de enfriamiento combinados mostrados en la Figura 15;

20 La Figura 17 es una vista diagramática de una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados que abarcan los principios de la presente invención en donde se emplea el tubo de aspiración horizontalmente alineados;

25 La Figura 18 es una vista seccional vertical del reactor y unidad de enfriamiento combinados mostrados en la



1      Figura 17;

371026

5

La Figura 19 es una vista diagramática de una combinación modificada adicional del reactor y desde la unidad de enfriamiento que abarca los principios de la presente invención;

La Figura 20 es una vista seccional vertical del reactor y de la unidad de enfriamiento mostrados en la Figura 19;

10

La figura 21 es una vista diagramática de una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención; y

La Figura 22 es una vista seccional vertical del aparato mostrado en la Figura 21.

15

Haciendo referencia a los dibujos y con referencia específica a la Figura 1, una combinación de reactor y unidad de enfriamiento se indica por lo general en 5 y comprende un tanque 6 que está abierto hacia la atmósfera y que tiene una columna 7 que se proyecta por encima del centro del mismo. El extremo superior de la columna 7 está cerrado mientras que el extremo inferior se sumerge debajo del nivel del líquido de

20

funcionamiento normal dentro del tanque 6 tal y como se ha indicado. La columna 7 se proporciona adyacente a la parte superior con una conexión 8 que se comunica con una fuente de vacío tal como por ejemplo un condensador de contacto directo 10 que tiene una entrada 11 en el lado para la entrada de líquido de enfriamiento tal como agua, una salida de descarga 12

25



37-16-1926

1 en el fondo, una salida de vapor 13 adyacente a la parte superior para la separación de los materiales no condensables.

5 Un tubo de aspiración 14 se sostiene coaxialmente dentro de la columna 7 con el extremo superior del tubo de aspiración terminando adyacente o ligeramente debajo del nivel de líquido de funcionamiento normal dentro de la columna 7. El extremo inferior del tubo de aspiración se proyecta hacia abajo más allá del extremo inferior de la columna 7 hasta un sitio adyacente al fondo del tanque 6 pero no se extiende completamente a través hasta el fondo. Un agitador 15 montado sobre un árbol 16 se coloca ligeramente debajo del extremo del fondo del tubo de aspiración 14. El árbol 16 se proyecta a través del fondo del tanque 6 hasta una combinación de cojinete y sello de tipo conocido que se indica generalmente mediante el número de referencia 17. La hélice o agitador 15 durante el funcionamiento sirve para establecer y mantener un diagrama de flujo generalmente toroidal que se ha indicado diagramáticamente mediante las flechas. A este respecto, se prefiere que el extremo de fondo del tubo de aspiración 14 se extienda hasta un sitio lo suficientemente cerca del fondo del tanque 6 a fin de impedir el corto circuito del flujo o de la pasta acuosa de reacción. Al mismo tiempo, el extremo de fondo del tubo de aspiración 14 debe también estar lo suficientemente distante del fondo del tanque a fin de proporcionar medios para el uso eficiente de energía para hacer circular la

10

15

20

25



1 la pasta acuosa de reacción a un régimen determinado. En la  
modalidad ilustrada, generalmente se prefiere que en los sis-  
temas de ácido fosfórico de proceso húmedo de la presente in-  
vención la distancia entre el extremo de fondo del tubo de as-  
5 piración y el fondo del tanque 6 sea aproximadamente igual a  
la mitad del diámetro del agitador 15.

Como se muestra generalmente mediante las flechas,  
el líquido fluye hacia abajo a través del tubo de aspiración  
14 y luego se extiende radialmente hacia afuera a través del  
10 área central del fondo del tanque y luego hacia arriba dentro  
del espacio anular entre el tubo de aspiración 14 y el exte-  
rior de la columna 7. Se usa una pluralidad de miembros de  
aspas 6a para impedir la circulación de la pasta acuosa de  
reacción como una sola masa o cuerpo en una trayectoria cir-  
15 cular dentro del cuerpo del tanque 6.

La roca de fosfato se introduce dentro del tanque  
6 a través de una cavidad que se define mediante un manguito  
18 el extremo inferior abierto del cual se sumerge debajo  
del nivel de funcionamiento normal del líquido dentro del tan-  
que 6. El extremo superior del manguito 18 se proyecta por  
20 encima de la cubierta del tanque 20. La cavidad o manguito  
18 se proporciona con un agitador que comprende una hélice  
21 montada en el extremo inferior del árbol 22 que está apo-  
yado en un cojinete 23 montado sobre una pluralidad de rayos  
25 24. Los árboles 16 y 22 de la hélice se sostienen y son im-

371926

- 18 -



1 pulsados de manera conocida.

5 El tanque 6 se proporciona en el fondo con una conexión de entrada 25 para el ácido sulfúrico y otra conexión de entrada 26 a través de la cual se introduce el ácido fosfórico débil en el cuerpo de circulación de la pasta acuosa de reacción. Adyacente a la parte superior, el tanque 6 se proporciona con una conexión de salida lateral 27 en el lado opuesto de la cavidad del manguito 18 y a una altura justamente debajo de donde se desee establecer el nivel de líquido de funcionamiento dentro del tanque 6. Una conexión de salida auxiliar se proporciona en 28 adyacente al fondo del tanque.

10 La roca de fosfato se almacena en un depósito 30 desde donde puede alimentarse por gravedad de manera conocida hacia el transportador de banda horizontal 31 para descargarse hacia el manguito 18.

15 La estructura de cubierta 20 puede usarse como el soporte para la columna 7 y el manguito 18 mientras que el tubo de aspiración 14 se sostiene dentro de la columna 7 mediante una pluralidad de rayos 29. Otros medios de soporte se harán evidentes para aquellas personas expertas en el arte.

20 Los gases que pueden emitirse desde el espacio de margen libre en la parte superior del tanque 6 se descargan hacia un conducto de ventilación 32 que se conecta mediante una línea 33 con la entrada del depurador 34 que, en la modalidad ilustrada, se proporciona en la parte superior con una

25



1 regadera de agua fría u otra solución de depuración apropiada  
a través de la línea 35. El flúor y otros gases solubles son  
absorbidos en la solución depuradora y se eliminan completa-  
mente del fondo del depurador 30 a través de una línea 36  
5 para la descarga subsecuente hacia desperdicio o para la recu-  
peración de flúor. Los gases inofensivos no condensables se  
desventan a través de la parte superior del depurador a través  
de una línea de salida de vapor 37.

Una bomba 40 sirve para retirar la pasta acuosa de  
10 reacción desde el tanque 6 en la conexión de salida 27 a tra-  
vés de un tubo 41 que se conecta con un tubo 42 un extremo del  
cual se conecta con la entrada de succión de una bomba 40  
y el extremo opuesto del cual se conecta con una salida del  
tanque 28. La conexión de descarga de la bomba 40 se comuni-  
15 ca con una línea 43 que descarga la pasta acuosa del reacción  
hacia una tanque de alimentación de filtro 44. Se proporci-  
ona un agitador 45 en el tanque de alimentación de filtro 44.  
El agitador 45 se monta en el extremo superior del un árbol  
46 que pasa a través de un sello 48 y es impulsado de manera  
20 conocida. Por lo tanto, el agitador 45 sirve para mantener  
el contenido del tanque de alimentación de filtro 44 dispersado  
uniformemente.

La pasta acuosa de reacción se quita a un régimen  
uniforme desde el tanque de alimentación de filtri 44 mediante  
25 una bomba 47 la conexión de entrada de la cual se comunica por

371926 - 20 -



26 SEP 1969

1 medio de una línea 49 con la salida 50 adyacente al fondo de  
la pared lateral del tanque 44. La bomba 47 descarga la pasta  
acuosa de reacción a través de una línea 51 hacia la primera  
5 etapa de una serie de filtros - habiéndose mostrado tres e  
indicado generalmente mediante el número de referencia 52.  
En el primer filtro 53, el ácido fosfórico concentrado se ex-  
trae a través del fondo de la línea 54 hacia una cámara 55  
mantenida al vacío. El ácido fosfórico concentrado se re-  
coge en un tanque 56 desde donde puede quitarse tal y como se  
10 desea a través de la línea 57. La pasta acuosa de reacción  
desde donde una porción considerable del ácido fosfórico con-  
centrado se ha quitado, pasa desde la unidad de filtro 53 y  
a la segunda unidad de filtro 58 que también recibe agua de  
lavado desde el último filtro a través de la línea 60. El áci-  
15 do fosfórico débil se extrae desde el filtro 58 hacia un reci-  
piente de succión o de vacío 61 y fluye a través de una línea  
62 hacia un recipiente 63 desde donde se hace recircular como  
ácido de "regreso" a través de la línea 64 hacia la conexión  
de entrada 26 en el tanque 6.

20 La pasta acuosa pasa desde la unidad de filtro 58  
hacia la unidad de filtro 65 mostrada en último término den-  
tro de la cual se añade agua de lavado a través de una línea  
de alimentación 66. Los cristales de sulfato de calcio lava-  
dos se descargan desde el último filtro 65 ya sea para descar-  
25 tarse o para cualquier otra utilización deseada. El agua de

371926

- 21 -



SEP. 1969

1 lavado desde la unidad de filtro 65 es atraída dentro del  
recipiente de vacío 67 y pasa desde el fondo del mismo ha-  
cía un recipiente 70 a través de una línea 68. La línea  
de regreso 60 se comunica el recipiente 70 con la unidad de  
5 filtro intermedia 58 de la manera anteriormente descrita.  
Todos los recipientes de vacío 55, 61 y 67 pueden conectar-  
se con un conector común 71 y una fuente de vacío tal como se  
ha mostrado.

10 Durante el funcionamiento, la roca de fosfato se  
alimenta continuamente dentro del reactor a través de la ca-  
vidad 18, el ácido sulfúrico se introduce a través de la  
conexión de entrada 25 y el ácido fosfórico débil se intro-  
duce dentro de la conexión de entrada 26. La cantidad de  
15 ácido sulfúrico que se añade es de manera tal como para mante-  
ner normalmente más o menos el 2 por ciento del ácido sulfú-  
rico libre en la pasta acuosa de reacción tal y como se reti-  
ra a través de la conexión de salida 27. Se crea un vacío  
en el espacio superior del extremo superior de la columna 7 \*  
por medio del condensador 10 y la hélice 15 se hace funcio-  
20 nar a fin de mantener la trayectoria de circulación por lo  
general indicada mediante las flechas y descrito en lo que  
antecede.

25 Cuando la combinación de reacción de unidad de en-  
friamiento se hace funcionar apropiadamente, el efecto de  
enfriamiento creado por el condensador 10 a medida que retira

371926

- 22 -



26 SEP. 1968

1 un vacío en el extremo superior de la columna 7, y produce  
una vaporización desde la superficie de líquido que es sufi-  
ciente para contrarrestar el calor generado mediante las  
reacciones exotérmicas que ocurren dentro de la unidad de  
5 enfriador y reactor. Estas reacciones exotérmicas incluyen  
tanto el calor despedido en las reacciones químicas de proce-  
so húmedo que se efectúan así como los calores de solución.  
La circulación establecida mediante la hélice 15 debe ser  
suficiente de manera que el contenido de la unidad se mantenga  
10 a temperaturas prácticamente uniformes para evitar las zo-  
nas de alta temperatura localizadas dentro del reactor y uni-  
dad de enfriamiento 5. A este respecto, se ha encontrado ge-  
neralmente que dichos regímenes de circulación a través del  
sistema deben ser por lo menos suficientes para permitir la  
15 recirculación de toda la masa de la pasta acuosa de reacción  
a través de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento  
5, por lo menos una vez durante cada cinco minutos. De prefe-  
rencia los regímenes de circulación de aproximadamente 100%  
a aproximadamente 200% de la masa total de la pasta acuosa de  
20 reacción por minuto, permitirán el uso ventajoso del princi-  
pio anteriormente mencionado de "superficie ampliada" de la  
presente invención.

25 El siguiente ejemplo de trabajo servirá para ilus-  
trar adicionalmente la naturaleza de la invención en la ma-  
nera en la cual se hace funcionar la combinación de reactor  
y unidad de enfriamiento.

371926

- 23 -



1968

1

EJEMPLO 1

5 El tanque 6 y el tanque de alimentación de filtro  
44, cada uno de aproximadamente 5.486 metros de diámetro,  
6.096 metros de alto y el nivel de líquido en el tanque 6 se  
5 mantiene a una altura de 4.527 metros. La columna 7 se pro-  
yecta a 9.144 metros por encima de la cubierta superior 20, \*  
y tiene un diámetro de 3.048 metros en el extremo superior y  
un diámetro reducido de 2.743 metros en la porción inferior.  
El tubo de aspiración 14, es de 1.981 metros de diámetro y  
10 se proyecta hacia abajo hasta dentro de 60.96 centímetros,  
desde el fondo del tanque 6. El nivel de líquido normal den-  
tro de la columna 7 durante el funcionamiento es de 10.973  
metros por encima del fondo del tanque 6. El condensador  
10 produce de 558.80 a 609.60 milímetros de vacío dentro del  
15 espacio superior de la columna 7.

La roca de fosfato triturada se introduce mediante  
el transportador 21, a razón de 14 toneladas por hora. Una  
alimentación de ácido sulfúrico concentrado (al 98 por cien-  
to) se introduce dentro del tanque 6 a razón de 984 litros  
20 por minuto, mientras que el ácido fosfórico débil que tiene  
una concentración de aproximadamente 18 por ciento a 20 por  
ciento, se hace regresar a través de la conexión 26 a razón  
de aproximadamente 367 litros por minuto. La temperatura  
prácticamente uniforme del contenido líquido dentro del reac-  
25 tor y unidad de enfriamiento 5, se mantiene de esta manera

371926

- 24 -



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
1969

1 en la escala de aproximadamente 71° a 77° C., y el cambio  
en la temperatura del líquido en la interfaz de la columna 7  
será de menos de 1/2° C.

5 La pasta acuosa de reacción que contiene los cris-  
tales de sulfato de calcio que se han dispersado en el ácido  
fosfórico concentrado se retiran a través de la salida 27 a  
razón de 473 litros por minuto. La bomba 47 retira el líqui-  
do de reacción o pasta acuosa desde el tanque de alimentación  
de filtro 44, a razón igual a 473 litros por minuto y descar-  
10 ga el mismo dentro del filtro 52. El agua de lavado a razón  
de 295 litros por minuto se introduce a través de la línea 66  
y se producen 9084 litros de ácido fosfórico que tiene una  
concentración de aproximadamente 43 por ciento a 44 por cien-  
to de  $H_3PO_4$  durante cada hora, junto con 18,614 kilogramos de  
15 cristal de sulfato de calcio (sobre base) en seco, por hora.

Desde luego se comprenderá que las condiciones de  
reacción en la combinación de reactor y unidad de enfria-  
miento 5, pueden variarse dentro de las escalas apropiadas.  
Por ejemplo, la temperatura de la pasta acuosa de reacción  
20 puede variar fácilmente de 60° C., a 107° C., y el vacío man-  
tenido en el espacio de margen libre de la columna del eva-  
porador 7 puede variar de aproximadamente 673 a 254 milí-  
metros.

25 En la Figura 2, se muestra e indica generalmente  
mediante el número 75 una forma modificada de la combinación



1 de reactor y unidad de enfriamiento. Como se ha ilustrado,  
se proporciona un tanque 76 con una columna 77 colocada ver-  
2 ticalmente, que se sitúa adyacente a un lado del mismo. Mon-  
tado dentro de la columna 77 hay un tubo de oxidación 78,  
5 el extremo proyectante inferior 80 del cual se curva tal y  
como se muestra, de manera que el extremo inferior del mis-  
mo queda aproximadamente concéntrico con el tanque 76. En  
esta modalidad, una hélice 81 se sostiene en el extremo de  
fondo del árbol impulsor 82 que se extiende a través del tan-  
10 que y se comunica con un medio impulsor de energía apropiado.  
El diagrama de flujo generalmente es igual que en la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento 5 que se muestra en  
la Figura 1, ya que la pasta acuosa de reacción marcha hacia  
15 abajo a través del tubo de aspiración 78, y luego fluye ha-  
cia arriba a través del espacio anular entre el tubo 78 y la  
columna 77, tal y como se ha indicado generalmente mediante  
las flechas. Los miembros de aspa 76a se proporcionan para  
impedir que la pasta acuosa de reacción gire alrededor del  
eje del árbol 82. Se introduce roca de fosfato a través del  
20 manguito 83 que, en la modalidad ilustrada, se proporciona  
con un agitador 84. El ácido sulfúrico se introduce a tra-  
vés de la línea de alimentación 85, que se proyecta hacia  
abajo a través de la pasta acuosa de reacción en el tanque  
76, y descarga el ácido sulfúrico en un sitio adyacente al  
25 extremo inferior del tubo de aspiración 76. El ácido fosfó-

371926



1969

- 26 -

1 rico débil de regreso, se introduce a través de la línea 86  
que también se descarga en una ubicación adyacente al extre-  
mo inferior del tubo de aspiración 78. En la modalidad  
ilustrada, el extremo inferior de la línea de ácido fosfóri-  
5 co de regreso 86, se muestra como quedando ligeramente por  
encima del extremo de fondo de la línea de alimentación de  
ácido sulfúrico 85.

Se proporciona un condensador 87 para mantener un  
vacío en el espacio superior de la columna 77.

10 Por lo general, la combinación de reactor y unidad  
de enfriamiento 75 funciona de la misma manera que la que  
se ha descrito anteriormente en relación con el reactor y  
unidad de enfriamiento 5. Es decir, la roca de fosfato, el  
ácido sulfúrico y el ácido fosfórico débil se introducen con-  
15 tinuamente a los regímenes deseados. El condensador 87 fun-  
ciona para proporcionar un enfriamiento evaporatorio a un  
régimen que es prácticamente igual al régimen de calor desa-  
rrollado a través de las reacciones exotérmicas que ocurren  
dentro del tanque 76. Este efecto de enfriamiento de vacío  
20 en combinación con la agitación de alta velocidad desarro-  
llada mediante la hélice 81 actúa para proporcionar tempe-  
raturas prácticamente uniformes a través de la masa de la  
pasta acuosa de reacción y de esta manera proporciona la ca-  
racterística de principio de funcionamiento de "superficie  
25 ampliada", anteriormente discutida de la presente invención.



1 La pasta acuosa de reacción continuamente es atraída hacia  
la conexión de salida 88 y descargada hacia un tanque de ali-  
mentación de filtro 89 para tratamiento adicional, de con-  
formidad con una manera conocida tal como por ejemplo, de  
5 conformidad con la manera que se describe en relación con la  
Figura 1.

Las Figuras 3 y 4, por lo general ilustran una mddi-  
ficación adicional y una modalidad preferida de la combina-  
ción del reactor y de la unidad de enfriamiento de la presen-  
te invención, que se designa generalmente mediante el número  
10 de referencia 100. A este respecto se observará que la mo-  
dalidad que se muestra en las Figuras 3 y 4, se forma de un  
solo recipiente o casco exterior 101 que tiene porciones de  
extremo superior e inferior en forma de cono truncado 102  
y 103 respectivamente. Por otra parte, las unidades 5 y 75,  
15 se proporcionaron con tanques de reactor separados (6 y 76  
respectivamente) cada uno de los cuales incluía una columna  
que se extendía verticalmente y que se proyectaba por encima  
de los mismos (columnas 7 y 77, respectivamente).

20 Como se muestra mejor en la Figura 3, la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento 100 se proporciona  
con un tubo de aspiración ahusado 104 sostenido coaxialmente  
en el interior del recipiente 101 por medio de una pluralidad  
de miembros de rayos cada uno de los cuales se designa me-  
25 diante el número de referencia 105. Una hélice 106 fijada en

371926



SEP. 1969

- 28 -

1 el extremo inferior de un árbol impulsor 107 se coloca en  
el extremo inferior y más angosto del tubo de aspiración  
104, mientras que el árbol 107 se proyecta a través de la  
5 parte superior de la sección superior en forma de cono trun-  
cado 102. En la modalidad ilustrada, las paletas de la hélice  
106 funcionarán para atraer la pasta acuosa de reacción  
hacia arriba y a través del tubo de aspiración 104 y luego  
a lo largo de la periferia externa del tubo de aspiración en-  
10 tre el espacio anular definido mediante la superficie exter-  
na del tubo de aspiración 104 y la superficie interna del re-  
cipiente 101. La distancia entre el extremo de fondo del tubo  
de aspiración 104 y el fondo de la sección en forma de cono  
truncado 103 de preferencia es aproximadamente igual a la mi-  
15 tad del diámetro de la hélice. Este espaciamento entre es-  
tos componentes del sistema proporciona un equilibrio desea-  
ble entre la energía requerida para hacer circular la pasta  
acuosa de reacción y la cantidad de corto circuito o desviación  
desde el diagrama de flujo generalmente toroidal de la pasta  
acuosa de reacción de circulación. Colocando el fondo del  
20 tubo de aspiración ahusado 104 más cerca del extremo de fon-  
do de la sección en forma de cono truncado 103, se reduce al  
mínimo la posibilidad de un corto circuito del flujo de la  
pasta acuosa de reacción en el reactor. Por otra parte, co-  
locando el fondo del tubo de aspiración ahusado 104 más le-  
25 jos del fondo de la sección en forma de cono truncado 103,



1 se reducen los requisitos de energía para hacer circular  
la pasta acuosa de reacción a un régimen determinado. A es-  
te respecto debe observarse que la ubicación precisa del tu-  
bo de aspiración, frecuentemente dependerá de la configura-  
5 ción del medio de dirección de flujo y del recipiente mismo,  
y que la relación preferida sugerida de una mitad del diáme-  
tro de la hélice simplemente representa la distancia preferi-  
da para el tubo de aspiración circular colocado dentro de un  
recipiente de reacción de la configuración general que se  
10 muestra en las Figuras 3 y 4.

El extremo superior del tubo de aspiración 104 de  
preferencia se coloca ligeramente debajo del nivel del líqui-  
do en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento. Es  
posible, sin embargo, hacer funcionar esta unidad con el ex-  
15 tremo superior del tubo de aspiración 104 extendiéndose li-  
geramente por encima del nivel del líquido puesto que el flu-  
jo a través del tubo de aspiración en dicho caso simplemen-  
te fluiría alrededor del extremo superior del tubo de aspira-  
ción 104 y hacia abajo dentro de la pasta acuosa de reacción,  
20 sin embargo en dichas disposiciones se aumentan los requisi-  
tos de caballos de fuerza. Una pluralidad de miembros de  
aspa 101a se proporcionan para impedir que el cuerpo de pas-  
ta acuosa de reacción gire como una masa unificada alrededor  
del interior de la combinación de reactor y unidad de enfria-  
25 miento 100.

371026



- 30 -

1                    Se mantiene un vacío en el extremo superior de la  
combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta  
acuosa 100 por medio de un condensador apropiado 108 que se  
comunica con el espacio marginal libre, por encima de la pas-  
5                    ta acuosa de reacción en el recipiente a través de una con-  
exión apropiada 110. La entrada 108a del condensador 108 re-  
cibe un líquido de enfriamiento apropiado, tal como por ejem-  
plo agua fría, que de conformidad con las técnicas conocidas  
funciona para condensar los materiales condensables en el con-  
10                    densador 108 para descargarse a través de una salida apropia-  
da 108,b, mientras que los materiales no condensables se des-  
cargan a través de la salida 108c.

                  El ácido sulfúrico concentrado se suministra hacia  
la unidad 100 a través de un conducto 111 que se proyecta ha-  
15                    cia la sección superior 102 y lleva una cabeza de rociadura  
anular 112 que tiene aberturas de descarga colocadas en el  
fondo de la misma, de manera que el ácido de entrada se rocía  
eficientemente y se distribuye a través del interior del es-  
pacio marginal libre del recipiente 101, para distribución  
20                    uniforme hacia el cuerpo de pasta acuosa de reacción que está  
circulando simultáneamente de acuerdo con los principios de  
la presente invención para proporcionar el principio venta jo-  
so de "superficie ampliada".

                  La roca de fosfato y el ácido de regreso se ali-  
25                    mentan continuamente hacia la tolva de mezclado exterior 113.



- 1 Tal y como se muestra, la roca se introduce por medio de un transportador de tornillo 114, mientras que el ácido se introduce debajo de la parte superior de la tolva 113, a través de una conexión lateral 115. Esta disposición sirve como un
- 5 medio para mezclar eficientemente la roca con el ácido de regreso para formar una pasta acuosa que se retira desde el fondo de la tolva 113, a través de la línea 116, y se introduce a través de una conexión 117 hacia la sección inferior 6 de fondo 103 de la unidad 100.
- 10 La pasta acuosa de reacción se descarga continuamente desde la combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 100 a través de un tubo lateral vertical 118 que se proporciona en el recipiente 101. Tal y como se muestra, el extremo del fondo del tubo lateral 118 se comunica con el recipiente 101 debajo del nivel de funcionamiento
- 15 de líquido normal del mismo y el extremo superior de 118 se comunica con el espacio marginal libre por encima de dicho nivel de líquido de funcionamiento normal. Un conducto 120 desemboca desde una conexión 121, a aproximadamente el nivel de funcionamiento normal y la pasta acuosa de reacción se
- 20 descarga continuamente hacia un tanque de alimentación de filtro 122, para tratamiento adicional, tal como, por ejemplo, de la manera que se describe en relación con la Figura 1.
- 25 La combinación de reactor y unidad de enfriamiento 100 funciona de la misma manera general que las unidades 5

371926



1969

- 32 -

1 y 75 de las Figuras 1 y 2, respectivamente. En particular,  
los reactivos se suministran continuamente hacia y se ali-  
mentan dentro del recipiente 101 mientras que la pasta acuosa  
de reacción se descarga continuamente a través de una lí-  
5 nea de salida 120 a fin de mantener el nivel de funcionamiento  
establecido. El ácido sulfúrico concentrado nuevo se dis-  
tribuye eficiente y uniformemente a través de la pasta acuosa  
de reacción de circulación, a fin de proporcionar uniformidad  
de concentración considerable a través del cuerpo de  
10 la pasta acuosa de reacción, para reducir al mínimo la nucleación  
excesiva de conformidad con los principios de esta invención.  
Además, la superficie de la pasta acuosa de reacción normalmente  
será turbulenta, debido a la vaporización instantánea del vapor  
con el resultado de que la superficie real en la pasta acuosa  
15 de reacción de hecho será muchas veces mayor que el área de  
sección transversal del recipiente 101. Una fase de espuma tenderá  
a existir por encima de esta pasta acuosa y la rociadura de ácido  
sulfúrico puede destruir parcialmente la espuma. Si se desea,  
el agua para la difusión puede añadirse al ácido sulfúrico  
20 concentrado antes de que se rocíe hacia el extremo superior del  
recipiente de reacción, permitiéndose esto fácilmente mediante la  
disposición mostrada.

25 La pasta acuosa de roca de fosfato y ácido de regreso se introduce  
hacia el fondo del recipiente de reacción 103, en donde la turbulencia  
está al máximo, de manera



1 que esta pasta acuosa se combina rápida y uniformemente con  
el contenido del recipiente del reactor para acentuar adicionalmente la uniformidad de la concentración a través de la masa de la pasta acuosa de reacción.

5 Las condiciones dentro de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 100 son óptimas para permitir que la reacción del proceso húmedo se lleve a cabo de manera mediante la cual pueden mantenerse una uniformidad considerable de temperatura y de concentración a través de todo el  
10 cuerpo de pasta acuosa de reacción, a fin de impedir la nucleación excesiva y de esta manera proporcionar medios para la formación de los cristales de sulfato de calcio de un tamaño favorable que puede filtrarse fácilmente y lavarse para proporcionar recuperaciones de producto aumentadas, a costos  
15 de funcionamiento reducidos. Además, la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 100 se construye ventajosamente, de manera que las zonas inactivas o cavidades se eliminan para impedir la formación de áreas de reacción localizadas. A este respecto, se ha encontrado que la formación  
20 de escamas en las paredes interiores del reactor se mantiene a un mínimo y se permiten períodos de funcionamiento prolongados sin necesitar paralización del equipo para la separación de dicha escama.

25

EJEMPLO 2

37 1926



SEP. 1969

- 34 -

1                   Este ejemplo servirá para ilustrar la construc-  
ción y funcionamiento de un reactor isotérmico, de confor-  
2                   midad con la modalidad preferida de esta invención, tal y  
3                   como se muestra y describe en relación con las Figuras 3 y 4.  
4                   La combinación de reactor y unidad de enfriamiento tienen  
5                   una altura de aproximadamente 10.668 metros con una sección  
6                   cilíndrica que tiene un diámetro de aproximadamente 4.87 me-  
7                   tros. Las condiciones de funcionamiento pueden resumirse  
8                   de la siguiente manera para una instalación que tiene una  
9                   capacidad de aproximadamente 100 toneladas por día (TPD), de  
10                   P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:

11                   La roca de fosfato se introduce a través del trans-  
12                   portador 114 dentro de la tolva 115, a razón de aproximada-  
13                   mente 325 toneladas por día, mientras que se introducen 690  
14                   toneladas por día de ácidos de regreso a razón de 369 litros  
15                   por minuto (lpm). La pasta acuosa resultante se alimenta a  
16                   razón de 447 litros por minuto a través de la línea 116 ha-  
17                   cia el fondo del recipiente 101.

18                   284 toneladas por día de ácido sulfúrico al 98  
19                   por ciento, se introduce dentro de la línea 111 a razón de  
20                   95 litros por minuto. La hélice 106 es impulsada a razón de  
21                   100 revoluciones por minuto (rpm) mediante un motor de 50 a  
22                   75 caballos de fuerza para proporcionar un régimen de flujo  
23                   aproximado de pasta acuosa de reacción de aproximadamente  
24                   189.250 litros por minuto. La pasta acuosa de reacción te-  
25



1 niendo una concentración de sólidos suspendidos de aproxima-  
damente 40 por ciento en peso se retira a través de la línea  
120 a razón de 473 litros por minuto, que es igual a apro-  
ximadamente 1200 toneladas por día. El condensador 108 se  
5 hace funcionar a fin de mantener un vacío dentro de la escala  
superior. Bajo las condiciones anteriormente citadas, el  
tiempo de retención desde la unidad del reactor es aproxima-  
damente de 4 horas. Se comprenderá que la pasta acuosa de  
reacción se filtra y se trata de otra forma de una manera  
10 apropiada tal y como se describe en relación con la Figura  
1.

Las Figuras 5 y 6 por lo general ilustran una for-  
ma modificada de la modalidad preferida de la presente in-  
vención, descrita anteriormente en relación con las Figuras  
15 3 y 4. Tal y como se muestra, esta modalidad de la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento 140 incluye un solo  
recipiente o casco 141, cerrado exterior que se equipa con  
una pluralidad de tubos de aspiración 142, 143 y 144. El  
uso de una pluralidad de dichos tubos de aspiración permite  
20 la reducción en la altura total del recipiente, así como  
aquella de los tubos de aspiración individuales y se prefie-  
re cuando el tamaño del equipo se hace tan grande que es im-  
práctico usar una sola hélice. Por lo tanto, la combinación  
de reactor y unidad de enfriamiento que se construye de con-  
25 formidad con esta modalidad de la presente invención propor-

371926



- 36 -

1 ciona medios para la producción de grandes cantidades de  
ácido fosfórico a costos de instalación que son significa-  
tivamente inferiores al costo de construir unidades múlti-  
ples del tipo mostrado y descrito en relación con las Figu-  
5 ras 3 y 4.

En la modalidad ilustrada, el recipiente o casco  
cerrado 141 se proporciona con una sección de diámetro fijo  
145 que tiene un extremo superior que se extiende hacia la  
parte superior 146 en forma de cono truncado, que a su vez  
10 se cierra mediante una sección abovedada 147. La porción  
inferior de la sección intermedia de diámetro fijo 145 se ex-  
tiende hacia una porción de fondo 148 en forma de cono trun-  
cado y se cierra por su extremo inferior mediante un miembro  
de placa plano 149. Cada uno de los tubos de aspiración  
15 142, 144 y 143, es de una construcción generalmente ahusada  
y tiene una porción de fondo 142a, 143a y 144a, respectiva-  
mente, que termina en un sitio adyacente a la placa de fondo  
144, a una distancia desde la misma que reduce al mínimo la  
formación de cortocircuito de la pasta acuosa de reacción,  
20 sin incurrir en requisitos de energía excesivos. A este res-  
pecto, con los tubos de aspiración de una sección transver-  
sal circular, se prefiere que las porciones de fondo de los  
mismos, se separen a distancia aproximadamente de la mitad  
del diámetro equivalente de la hélice desde la placa de  
25 fondo 149. Este valor se obtiene asegurando el diámetro de



1 una sola hélice que proporcionaría un flujo igual con respec-  
to al flujo combinado de cada una de las hélices individua-  
les 151 y 150, y dividiendo este valor entre 2. Desde lue-  
go, se apreciará que pueden emplearse variaciones de este  
5 valor sin apartarse del alcance de la presente invención,  
representando únicamente el espaciamiento preferido, un equi-  
librio deseable entre los requisitos de energía y la forma-  
ción mínima de corto circuito del flujo del fluido para la  
geometría específica de estos tubos de aspiración.

10 Las hélices separadas 150, 151 y 152, se colocan en  
cada uno de los tubos de aspiración 142, 143 y 144. Estas  
hélices se montan respectivamente en árboles impulsores 153,  
154 y 155, y se hacen funcionar de manera que atraigan el  
líquido desde el fondo del recipiente y lo muevan hacia  
15 arriba a través de los tubos de aspiración respectivos, para  
proporcionar un diagrama de flujo generalmente toroidal, de  
las pastas acuosas de reacción, tal y como se ilustra gene-  
ralmente mediante las flechas.

20 Los tubos de aspiración 142, 143 y 144, se montan  
en una red de miembros de aspa 156 a 161 que sostienen rí-  
gidamente los tubos de aspiración respectivos y actúan para  
impedir que el cuerpo de pasta acuosa de reacción se mueva  
circunferencialmente alrededor del interior de la unidad  
25 141. Los extremos superiores de los tubos de aspiración  
respectivos, de preferencia se colocan ligeramente debajo

371926

- 38 -



1969

1 del nivel de funcionamiento de la pasta acuosa de reacción  
debido a razones económicas. Si se desea, estos tubos pue-  
den extenderse ligeramente por encima del nivel de funciona-  
miento de la pasta acuosa, con la única desventaja resultan-  
5 te de que los requisitos de energía o potencia se aumentarán  
hasta cierto grado, mediante los mismos.

De conformidad con la presente invención, cada una  
de las hélices se hace funcionar a una velocidad que propor-  
cione medios para la circulación rápida de la pasta acuosa  
10 de reacción a través del cuerpo de la unidad 141. A este  
respecto, la velocidad de las hélices debe proporcionar un  
flujo de masa de por lo menos aproximadamente 20 por ciento  
de todo el volumen de la pasta acuosa de reacción por minu-  
to y de preferencia proporcionaría un flujo de masa de 100  
15 por ciento a 200 por ciento de toda la masa de pasta acuosa  
de reacción por minuto. Además, tal y como se ilustra me-  
jor en la Figura 5, el ácido sulfúrico concentrado se des-  
carga hacia la masa que circula rápidamente de la pasta acuo-  
sa de reacción a través de una pluralidad de boquillas de  
20 presión 162, 163 y 164, que en la modalidad ilustrada se  
separan concéntricamente por encima de cada uno de los tubos  
de aspiración 142, 143 y 144, y que se conectan mediante un  
colector común 165 que a su vez se alimenta desde una fuente  
apropiada de ácido sulfúrico concentrado. De esta manera,  
25 la dispersión uniforme del ácido sulfúrico en la pasta acuosa



1 de reacción se proporciona a fin de reducir al mínimo las  
áreas localizadas de concentración de dicho ácido para de  
esta manera actuar para reducir la nucleación excesiva.

De conformidad con un aspecto importante de la  
5 presente invención, el espacio marginal libre 166, por enci-  
ma del cuerpo de la pasta acuosa de reacción se comunica con  
una fuente de vacío apropiada, tal como por ejemplo un con-  
densador manométrico 167 a través de una línea superior 168  
para proporcionar medios para el enfriamiento evaporatorio  
10 controlado de la reacción que se mantiene en equilibrio con  
el calor generado en la pasta acuosa de reacción. El con-  
densador 167, puede ser de construcción convencional y por  
lo tanto podría proporcionarse con una entrada de agua fría  
169, una salida de condensado 170 y una salida superior  
15 171 para los materiales no condensables.

Durante el funcionamiento, la combinación del reac-  
tor y unidad de enfriamiento 141, funciona prácticamente de  
la misma manera que la modalidad preferida anteriormente des-  
crita de las Figuras 3 y 4. La roca de fosfato molida se  
20 alimenta continuamente hacia la tolva mezcladora exterior  
172 por medio de un transportador de tornillo 173 mientras  
que el ácido fosfórico débil, se introduce a través de una  
conexión lateral 174 para mezclar eficientemente la roca  
con el ácido de regreso para formar una pasta acuosa que se  
25 descarga desde el fondo de la tolva 172 hacia una entrada

371926



- 40 -

1 175 colocada en la porción inferior de la unidad 141. La  
entrada 175 de preferencia se coloca en las áreas turbulen-  
tas adyacentes a las hélices 150, 151 y 152 a fin de propor-  
cionar un mezclado íntimo de la alimentación de entrada al  
5 ser recibida inmediatamente en el interior de la unidad 141.  
El ácido sulfúrico concentrado se descarga simultáneamente  
hacia la pasta acuosa de reacción de circulación a través de  
las boquillas de rociadura superiores 162, 163 y 164.

10 La pasta acuosa de reacción se descarga continua-  
mente a través de la unidad 141, a través de un tubo lateral  
vertical 176 que tiene una conexión de fondo 177 que se co-  
munica con la pasta acuosa de reacción, debajo del nivel de  
líquido de funcionamiento normal, y una conexión superior  
178 que se comunica con el espacio marginal libre 166. Un  
15 conducto de descarga 179 se comunica con un medio de trata-  
miento adicional apropiado tal como aquel que se describe con  
la modalidad de la Figura 1.

Se apreciará, desde luego, que aún cuando se emplean  
tres tubos de aspiración en la combinación de reactor y uni-  
dad de enfriamiento 141, puede usarse cualquier número de di-  
20 chos tubos de aspiración y que esta modalidad no queda limi-  
tada a ningún número específico de tubos de aspiración ni a  
ninguna disposición específica de los mismos.

Las Figuras 7 y 8 por lo general ilustran una com-  
25 binación de reactor y unidad de enfriamiento 200 que abarca



1        Los principios de la presente invención. Esta modalidad  
es semejante a la modalidad anteriormente descrita de las  
Figuras 5 y 6 con la excepción de que se substituye una  
porción integral por lo general en forma de "U" por la dis-  
5        posición de tubo de aspiración ahusado de la modalidad an-  
teriormente descrita.

      Como se muestra generalmente, la combinación de  
reactor y unidad de enfriamiento 200 incluye una porción de  
cuerpo en sección transversal, generalmente rectangular  
10        201 que se extiende por su extremo superior hacia una sec-  
ción ahusada hacia adentro 202 que tiene un miembro de cu-  
bierta superior 203, formado integralmente con la misma. El  
extremo inferior de la sección intermedia 201, se extiende  
hacia un par de porciones ahusadas 204 y 205 que se comuni-  
15        can una con la otra, a través de la porción integralmente  
formada 206 generalmente en forma de "U". Como se muestra,  
una hélice 207 se sostiene y es impulsada mediante un árbol  
horizontal 208 que se monta por sus extremos opuestos en la  
combinación de miembros de apoyo y de sellado 209 y 210.

20        La pasta acuosa de reacción en la combinación de  
reactor y enfriador 200 se hace circular en un flujo conti-  
nuo, tal y como se ilustra generalmente mediante las flechas.  
De conformidad con esta invención, el régimen de circula-  
ción de la pasta acuosa de reacción en la unidad 200 es su-  
25        ficiente para proporcionar medios para la recirculación com-

371926



- 42 -

SEP. 1969

1       pleta de toda la masa de pasta acuosa de reacción, por lo  
      menos una vez durante cada cinco minutos. Dicho de otra ma-  
      nera, la velocidad de masa de la pasta acuosa de reacción,  
5       debe ser por lo menos igual al 20 por ciento de la masa to-  
      tal de pasta acuosa de reacción por minuto. De preferencia  
      se emplea una velocidad de masa de 100 por ciento a 200  
      por ciento de la masa de pasta acuosa de reacción por minu-  
      to.

10       El ácido sulfúrico concentrado se descarga hacia  
      la pasta acuosa de reacción de circulación, mediante una  
      pluralidad de boquillas de presión 211 que pueden suminis-  
      trarse desde un colector común 212, que a su vez se alimenta  
      desde una fuente apropiada de dicho ácido. De esta manera,  
      el ácido concentrado se dispersa uniformemente en la pasta  
15       acuosa de circulación de manera mediante la cual las áreas  
      localizadas de la concentración aumentada de sulfato de  
      calcio se evita para de esta manera impedir una nucleación  
      excesiva. El enfriamiento al vacío que prácticamente está  
      en equilibrio con el calor generado en la pasta acuosa de  
20       reacción, se proporciona manteniendo el espacio marginal li-  
      bre 213, por encima de la masa de la pasta acuosa de reac-  
      ción a presiones superiores a la atmosférica, por ejemplo,  
      comunicando el espacio marginal libre a través de un conduc-  
      to 214, con una fuente de vacío apropiada.

25       La roca de fosfato y la pasta acuosa de roca de



1        fosfato que se compone de ácido fosfórico débil y roca de  
fosfato molida, se descarga bajo presión hacia el sistema a  
través de una entrada de alimentación 215, que está colocada  
de preferencia adyacente a y sobre el lado de corriente as-  
5        cendente de la hélice 207 a fin de proporcionar medios para la  
dispersión uniforme de estos reactivos hacia la masa de pasta  
acuosa de reacción. El nivel de la pasta acuosa, se mantiene  
mediante un miembro de tubo lateral 216 que puede construirse  
y hacerse funcionar prácticamente de la misma manera que el  
10        miembro de tubo lateral vertical 176 en la modalidad anterior-  
mente descrita. Un reactor y unidad de enfriamiento de pasta  
acuosa 225, modificado adicional, que emplea los principios de  
la presente invención, se ha ilustrado en las Figuras 9 y 10,  
Esta unidad se construye generalmente a lo largo de las líneas  
15        de la modalidad preferida de la invención, anteriormente des-  
critas en relación con las Figuras 3 y 4. Las distinciones  
principales entre estas modalidades sin embargo, se relacionan  
con la disposición de los tubos de aspiración 226 que, en lu-  
gar de quedar fijos en el interior de la combinación de reac-  
20        tor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 227, se suelda o  
se fija de otra manera en la hélice 228 para rotación conjun-  
ta con la misma. Tal y como se muestra, la combinación de  
reactor y unidad de enfriamiento 227, por lo general incluye  
una sección intermedia de diámetro fijo 229 que se cierra por  
25        su extremo superior mediante una parte superior en forma de  
cono truncado 230 equipada con una combinación de miembro de  
sello y de apoyo 231, que actúa para apoyar la hélice de corro-

371926

- 44 -



1 tación 228 y el tubo de aspiración 226. El extremo inferior de  
diámetro fijo 229 de la combinación de reactor y unidad de  
enfriamiento asimismo se cierra mediante el miembro de fondo  
232 en forma de cono truncado equipado con una entrada de ali-  
5 mentación 233, a través del cual se introduce la pasta acuosa  
de roca de fosfato y ácido fosfórico a un régimen que permite  
que aquellos reactivos de entrada se dispersen uniformemente  
a través de la masa de reacción de la pasta acuosa de reacción  
contenida en la unidad 227. Se fija una pluralidad de miembros  
10 de aspa 234 y 237 y se separan alrededor de la pared inter-  
na de la sección intermedia de diámetro fijo 229 para impedir  
el movimiento circunferencial de la masa de la pasta acuosa  
de reacción. Como se muestra mejor en la Figura 9, el tubo  
aspirador 226 puede proporcionarse con miembros de soporte  
15 apropiados en la forma de rayos radiales, cada uno de los cua-  
les habiéndose indicado mediante el número de referencia  
238 que actúan para proporcionar soporte adicional para el  
miembro de tubo de aspiración relativamente pesado. El ex-  
tremo superior del tubo de aspiración 226 de preferencia ter-  
20 mina ligeramente debajo del nivel del líquido de funcionamien-  
to normal en la unidad 227, sin embargo, tal y como se ha ma-  
nifestado anteriormente, una ligera extensión o ampliación de  
este miembro por encima del nivel del líquido permite el fun-  
cionamiento de acuerdo con los principios de la presente in-  
25 vención, con la única desventaja siendo requisitos de ener-  
gía algo aumentados.



1                   Se mantiene un vacío en el espacio de margen libre  
239 por encima del cuerpo de la pasta acuosa de reacción  
proporcionando una línea superior 204 que se comunica con  
una fuente de vacío apropiada.

5                   De conformidad con un aspecto importante de la pre-  
sente invención, el ácido sulfúrico concentrado se descarga  
hacia la masa de pasta acuosa de reacción que circula rá-  
pidamente a través de una pluralidad de cabezas de rociadu-  
ra montadas en la parte superior cada una de las cuales se  
10                  indica mediante el número de referencia 241. Las gotitas  
de ácido sulfúrico desde las cabezas de rociadura 241 de  
esta manera se surten uniformemente a través de la masa de  
pasta acuosa de reacción de circulación. Al mismo tiempo  
esta rociadura de ácido actúa para dispersar y destruir cual-  
15                  quier fase de espuma que tendería a existir por encima del  
nivel de la pasta acuosa. Un miembro de tubo lateral verti-  
cal 242 construido y que se hace funcionar prácticamente de  
acuerdo con el miembro de tubo lateral vertical anteriormente  
descrito 176 de la Figura 5, se proporciona para mantener  
20                  el control del nivel del líquido.

                  El funcionamiento de la combinación de reactor y  
unidad de enfriamiento 225 es prácticamente de acuerdo con  
el funcionamiento de las modalidades anteriormente descritas  
tal como se han dado a conocer en relación con la descrip-  
25                  ción de las modalidades preferidas de la presente invención



1 que se muestran en las Figuras 3 y 4. A este respecto, las  
velocidades de rotación preferidas de las hélices y del  
tubo de aspiración de esta modalidad deben ser suficientes  
para proporcionar medios para recirculación completa de to-  
5 do el cuerpo de la pasta acuosa de reacción por lo menos  
una vez durante cada cinco minutos. De preferencia un re-  
gimen de flujo de circulación de 100 por ciento a 200 por  
ciento de la masa total de la pasta acuosa de reacción por  
minuto en el diagrama de flujo designado mediante las fle-  
10 chas en la Figura 9 proporcionará uniformidad considerable  
de temperatura y de concentración a través del cuerpo  
de la pasta acuosa de reacción.

Las Figuras 11 y 12 por lo general ilustran una  
modalidad adicional de un reactor y unidad de enfriamiento  
15 combinados 250 que se forma a partir de dos o más recipientes  
parecidos a una columna colocados verticalmente 251 y 252,  
Cada uno de estos recipientes puede embarcarse al sitio de  
la planta e interconectarse en dicha área a través de conduc-  
tos de comunicación superior e inferior del tipo que se in-  
20 dica generalmente mediante los números de referencia 253 y  
254, respectivamente, facilitando de esta manera la fabrica-  
ción de campo. Esta modalidad específica también ofrece  
la ventaja adicional de permitir un aumento en la capacidad  
de la instalación durante una fecha subsecuente fijando re-  
25 cipientes adicionales en forma de columnas a la unidad ya



1

existente. Además, la forma de estos componentes en la unidad 250 facilita la vulcanización del forro de caucho al interior de la misma para reducir el costo total de la instalación inicial.

5

10

15

20

25

La modalidad mostrada en las Figuras 11 y 12 por lo general se construye y se hace funcionar bajo los mismos principios que en las modalidades anteriormente descritas. En particular, se monta una hélice 255 y es impulsada mediante un árbol 256 en el conducto de intercomunicación inferior 254 para hacer circular la masa de la pasta acuosa de reacción a través de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 250 en el diagrama de flujo que se ilustra generalmente mediante las flechas. Una alimentación de roca de fosfato molida y ácido fosfórico débil se introduce de preferencia en el lado de corriente ascendente de la hélice 255 a través de una entrada de alimentación 257 a fin de facilitar la distribución uniforme de estos reactivos en la pasta acuosa de reacción. De manera semejante el ácido sulfúrico concentrado de preferencia se descarga bajo presión hacia la superficie de la masa de circulación de la pasta acuosa de reacción a través de una pluralidad de boquillas de presión 258 y 259 cada una de las cuales se monta adyacente a la porción superior de las columnas 255 y 252, respectivamente. Se proporciona un enfriamiento al vacío en los recipientes mediante las salidas de vapor



1 superiores 260 y 261 cada una de las cuales se comunica  
con una fuente de vacío común o separada apropiada. Como  
se observó en relación con las modalidades anteriormente des-  
critas, el enfriamiento evaporatorio de la masa de la pasta  
5 acuosa de reacción se mantiene casi en equilibrio con los  
calores de la reacción desarrollados en la pasta acuosa de  
reacción a fin de permitir el mantenimiento de condiciones  
prácticamente isotérmicas a través de la masa de la pasta  
acuosa de reacción. De conformidad con la presente invención,  
10 este enfriamiento evaporatorio coopera con el alto régimen  
de circulación de la masa de pasta acuosa de reacción para  
impedir la formación de áreas localizadas de supersaturación  
de sulfato de calcio relativamente alta en donde se formará  
un número excesivo de núcleos. El nivel de líquido se man-  
15 tiene en la unidad 250 mediante la provisión de un miembro  
de brazo lateral vertical 262 que se construye y se hace  
funcionar prácticamente de acuerdo con el miembro de brazo  
lateral vertical 176 de la Figura 5.

Las Figuras 13 y 14 por lo general ilustran una  
20 combinación de reactor y unidad de enfriamiento 275 que  
abarca los principios de la presente invención. Esta moda-  
lidad específica por lo general corresponde en construcción  
a la modalidad preferida anteriormente descrita de las Fi-  
guras 3 y 4 con la excepción de que un par de miembros de-  
25 flectores paralelos que se extienden verticalmente 276 y 277



26 SEP 1968

371026

1 se substituyen por el tubo de aspiración 104 de la modalidad  
de la Figura 3. Además, un agitador 278 de construcción de  
tipo de paleta se substituye por el impulsor 106 de tipo  
5 de hélice y funciona para proporcionar un empuje hacia afue-  
ra a la pasta acuosa de reacción para de esta manera pro-  
porcionar una trayectoria de flujo que generalmente se  
ilustra mediante las flechas. El propulsor o impulsor de  
tipo de paletas 278 se monta en un árbol impulsor 279  
que se apoya mediante una combinación de sello y miembro  
10 de apoyo o de cojinete 280. Una pluralidad de miembros de  
aspas 281 y 282 se proporciona para impedir que la masa de  
pasta acuosa de reacción gire como un solo cuerpo alrededor  
del interior del recipiente 275. Se proporciona enfria-  
miento evaporatorio de conformidad con un aspecto de la pre-  
15 sente invención comunicando el espacio de margen libre 283  
por encima de la masa de pasta acuosa de reacción con una  
fuente de vacío apropiada 284 tal como por ejemplo un con-  
densador barométrico por medio de una conexión superior 285.

La alimentación de pasta acuosa de roca de fosfato  
20 molida y ácido sulfosfórico débil se descarga bajo presión  
hacia una entrada 286 colocada adyacente a la porción ha-  
cia abajo de la combinación de reactor y unidad de enfria-  
miento 275 adyacente al área altamente turbulenta del pro-  
pulsor rotatorio de tipo de paletas 278 para dispersar  
25 uniformemente este componente reactivo a través de la masa

371926



SEP. 1969

- 50 -

1 de la pasta acuosa de reacción que circula rápidamente. De  
manera semejante, el ácido sulfúrico concentrado de prefe-  
rencia se descarga hacia la superficie de la pasta acuosa  
de reacción que circula rápidamente en forma de gotitas  
5 desde una cabeza de rociadura superior 287 para facilitar  
la dispersión uniforme de este reactivo a través del cuer-  
po de la pasta acuosa de reacción. Un control de brazo  
lateral vertical 288 puede usarse para mantener el nivel del  
líquido en la unidad 275 en una ubicación predeterminada.  
10 Como fué el caso en cada una de las modalidades anterior-  
mente descritas, la pasta acuosa de reacción que se quitó  
a través de la salida de pasta acuosa 289 puede tratarse  
de acuerdo con la manera que se describe en relación con  
la modalidad de la Figura 1 .

15 La combinación de reactor y unidad de enfriamiento  
275 funciona de la misma manera general que la descrita an-  
teriormente en relación con la modalidad de la Figura 3  
y de esta manera emplea ventajosamente el principio de la  
"superficie ampliada" para mantener una uniformidad consi-  
derable de las condiciones de temperatura y de presión a  
20 través de la masa de la pasta acuosa de reacción a fin de  
producir cristales de sulfato de calcio de capacidad de  
filtración y de lavado mejoradas.

Las Figuras 15 y 16 ilustran una combinación de  
25 reactor y unidad de enfriamiento 300 que es una modificación

371926



SEP. 1960

- 51 -

1 de la modalidad que se describe en las Figuras 13 y 14.  
En particular, la unidad 300 incluye un casco o cuerpo ce-  
rrado 301 formado íntegramente por su extremo superior con  
una porción superior en forma de cono truncado 302 y por  
5 su extremo inferior con una porción de fondo en forma de  
cono truncado 303. Un sólo deflector 304 se extiende a  
través del interior del recipiente 301 y se fija en las pa-  
redes interiores del mismo mediante soldadura o por otro  
medio apropiado. La altura del miembro deflector 304 de  
10 preferencia termina algo debajo del nivel del líquido de  
funcionamiento normal en la combinación de reactor y unidad  
de enfriamiento 300 cuyo nivel puede mantenerse eficazmente  
mediante un miembro de brazo lateral vertical apropiado 305.  
El extremo inferior del miembro deflector 304 termina adya-  
15 cente al fondo del miembro de casco 301 en un sitio que pro-  
porciona requisitos de energía reducidos al mínimo sin que  
se presenten cortos circuitos en el flujo de la pasta acuosa  
de reacción. En esta modalidad específica, un propulsor  
306 se monta en el árbol impulsor horizontalmente alineado  
20 307 apoyado en un par de miembro de combinación de sello y  
de apoyo 308 y 309. El propulsor 306 imparte un empuje  
horizontal a la masa de pasta acuosa de reacción y de esta  
manera elimina la necesidad de aspas del tipo que se de-  
signan mediante los miembros de referencia 281 y 282 en la  
25 modalidad anteriormente descrita. La pasta acuosa de reac-

371926



SEP. 1966

- 52 -

1 ción se hace circular a través del recipiente a un regimen  
suficiente para proporcionar medios para uniformidad de con-  
centración y de temperatura a través de la masa de la pasta  
acuosa de reacción. El espacio de margen libre 310 por encima  
5 de la masa de la pasta acuosa de reacción se comunica con  
una fuente de vacío apropiada para proporcionar medios para  
el enfriamiento evaporatorio que se mantiene casi en equi-  
librio con los calores de la reacción desarrollados en la  
masa de pasta acuosa. Se descarga el ácido sulfúrico con-  
10 centrado hacia la masa de la pasta acuosa de reacción a  
través de una pluralidad de cabezas de rociadura 311, 312  
para facilitar el mezclado íntimo y uniforme de la misma  
con la pasta acuosa de reacción. Simultáneamente, descar-  
ga una pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido fos-  
15 fórico débil hacia la porción inferior de la combinación  
de reactor y unidad de enfriamiento 300 de preferencia en  
un sitio adyacente al lado de corriente ascendente del  
propulsor 306 a fin de proporcionar un surtido uniforme de  
estos reactivos.

20 Los regimenes de circulación para la pasta acuosa  
de reacción y otras condiciones de funcionamiento son prác-  
ticamente de acuerdo con aquellas que se discuten en las  
modalidades anteriormente mencionadas.

25 Las Figuras 17 y 18 ilustran un reactor y unidad  
de enfriamiento 325 modificados adicionalmente que abarcan



1 los principios de la presente invención. En particular, el  
reactor y la unidad de enfriamiento 325 incluye una porción  
de cuerpo 326 y una porción abovedada formada íntegramente  
que se extiende hacia arriba y colocada centralmente 327  
5 que tiene una salida 328 que se comunica con una fuente de  
vacío apropiada para mantener las condiciones de vacío en el  
espacio de margen libre 329 por encima de la masa de pasta  
de reacción contenida en la porción de cuerpo inferior 326.  
Se proporciona un medio de control de flujo en esta modalidad  
10 mediante un tubo de aspiración colocado horizontalmente 330  
que se monta en un miembro de soporte de tipo de caballete  
331. Un propulsor 332 montado en el árbol impulsor 333  
apoyado en un miembro de combinación de apoyo y sello 334  
funciona para hacer circular rápidamente la pasta acuosa  
15 de reacción a través del medio de control de flujo o tubo  
de aspiración 330. A este respecto, las velocidades de  
masa de la pasta acuosa de reacción dadas a conocer en re-  
lación con la modalidad preferida de la presente invención  
se aplican también a la modalidad actualmente descrita.

20 Una pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido  
fosfórico diluido se alimenta hacia la combinación de reac-  
tor y unidad de enfriamiento 325 en una ubicación adyacente  
al lado de corriente ascendente del propulsor 332 tal y  
como se ilustra generalmente mediante el número de referencia  
25 335. Simultáneamente, se descarga ácido sulfúrico concentrado

371026



- 54 -

1        hacia la masa que circula rápidamente de la pasta acuosa de  
reacción a través de una pluralidad de cabezas de rociadura  
336 que se suministran a través de un colector común 337 que  
se comunica con una fuente de suministro apropiada de ácido  
5        sulfúrico concentrado. La pasta acuosa de reacción es ex-  
traída tal y como se ilustra generalmente mediante el número  
de referencia 338 para tratamiento adicional de la manera  
que se describe en relación con la modalidad de la Figura 1.

10        De conformidad con un aspecto importante de la  
presente invención, el enfriamiento evaporatorio de la masa  
de la pasta acuosa de reacción se mantiene casi en equilibrio  
con los calores de la reacción desarrollados en la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento 325 para mantener  
15        la masa de pasta acuosa de reacción a una temperatura prác-  
ticamente uniforme a fin de evitar áreas localizadas en donde  
se forman un número excesivo de núcleos. A este respecto,  
el surtido del ácido sulfúrico concentrado hacia la pasta  
acuosa de reacción que circula rápidamente funciona también  
para evitar la nucleación localizada excesiva dispersando  
20        uniformemente el ácido sulfúrico concentrado a través de  
la pasta acuosa de reacción.

25        El tubo de aspiración 330 debe dimensionarse para  
proporcionar un equilibrio ventajoso entre los requisitos  
de dirección de flujo del sistema y los requisitos de caba-  
llo de fuerza para hacer circular la masa de la pasta acuosa

371926

- 55 -



1 de reacción. A este respecto, se prefiere que el extremo  
de corriente descendente de 330a del tubo de aspiración 330  
se separe de la pared de extremo interna 326a del a porción  
inferior del recipiente de reacción 326 a una distancia de  
5 aproximadamente la mitad del diámetro del propulsor. Exten-  
diendo el tubo de aspiración más cerca de dicha pared de  
extremo dará por resultado un aumento en los requisitos de  
caballo de fuerza mientras que acortando el tubo de aspira-  
ción producirá un aumento en el corto circuito de la masa  
10 de la pasta acuosa de reacción.

La combinación de reactor y unidad de enfriamiento  
325 funciona prácticamente de la misma manera que se descri-  
be en relación con las modalidades a que se ha hecho refe-  
rencia anteriormente para proporcionar el principio de "su-  
15 perficie ampliada" para mantener la uniformidad de concen-  
tración y de temperaturas a través de la masa de la pasta  
acuosa de reacción. A este respecto se apreciará que aún  
cuando en esta modalidad específica se proporciona un solo  
tubo de aspiración horizontalmente alineado 330, pueden em-  
20 plearse un múltiple de dichos tubos de aspiración en donde  
el volumen de la pasta acuosa de reacción necesita la pro-  
visión de medios de control de flujo adicionales.

En las Figuras 19 y 20 ilustran una combinación  
de reactor y unidad de enfriamiento 350 en forma de circuito  
25 que funciona prácticamente de la manera que se describe en

371926  
-56-



1 relación con cualesquiera de las modalidades a las cuales  
se ha hecho referencia anteriormente. La unidad 350 incluye  
una porción de cuerpo en forma de circuito 351 que se pro-  
porciona con una salida superior 352 que se comunica con  
5 una fuente de vacío apropiada para mantener las condiciones  
de vacío en el espacio de margen libre 353. Una pasta  
acuosa de roca de fosfato molida y ácido fosfórico débil  
de preferencia se introducen en un sitio inmediatamente ad-  
yacente y en corriente ascendente desde un propulsor 354  
10 y por lo general se ilustra mediante el número de referencia  
355. El propulsor 354 impulsado por el árbol 356 funciona  
para hacer circular la masa de la pasta acuosa de reac-  
ción a través del cuerpo del recipiente 351. El árbol 356  
se apoya mediante un par de miembros de combinación de  
15 sello y de apoyo 357 y 358. El ácido sulfúrico concentrado  
de preferencia se descarga hacia la masa que circula rápi-  
damente de pasta acuosa de reacción desde una pluralidad  
de cabezas de rociadura 359 que se comunican con un miembro  
colector 360 suministrado desde una fuente apropiada de  
20 ácido sulfúrico concentrado.

La velocidad de masa de la pasta acuosa de reac-  
ción en la porción de cuerpo en forma de circuito 351 es  
prácticamente tal y como se ha descrito en relación con la  
modalidad preferida de la presente invención, por ejemplo  
25 el regimen de circulación debe ser suficiente para permitir



1 la recirculación completa de la masa de la pasta acuosa de  
reacción por lo menos una vez durante cada cinco minutos.  
A este respecto, sin embargo se prefieren regímenes de re-  
circulación de masa más rápidos dentro del orden de 100 por  
5 ciento a 200 por ciento de la masa de pasta acuosa de reac-  
ción por minuto.

Pueden proporcionarse medios de control de nivel  
apropiados tales como son bien conocidos en el arte en la  
disposición de circuito cerrado para mantener el nivel de  
10 la masa de circulación de la pasta acuosa de reacción a la  
altura preferida. A este respecto, sin embargo será eviden-  
te que a fin de permitir una recirculación completa de la  
pasta acuosa de reacción en la trayectoria de flujo en forma  
de circuito que se ilustra generalmente mediante las flechas  
15 es esencial que la pasta acuosa de reacción tenga un nivel  
por encima de la porción inferior 351a de la combinación del  
reactor y cuerpo de enfriamiento 351.

El funcionamiento de la combinación de reactor y  
unidad de enfriamiento 350 es prácticamente de conformidad  
20 con aquella que se describe en la modalidad preferida de la  
presente invención a la cual se ha hecho referencia anterior-  
mente. A este respecto, debe apreciarse que la modalidad  
presente ofrece la ventaja de una dirección de flujo inusi-  
tadamente eficiente que está caracterizada por impedir de  
25 manera considerable áreas estancadas en donde podría desarro-

371926

- 58 -



1 llarse unanucleación excesiva.

5 Las Figuras 21 y 22 ilustran una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 375 modificada adicional que es algo comparable a la combinación  
5 de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 300 que se describe en relación con las modalidades mostradas en las Figuras 15 y 16. La unidad 375 de la modalidad presente sin embargo difiere de la unidad 300 en que se emplea una placa deflectora colocada horizontalmente 376 en comparación  
10 con la placa deflectora colocada verticalmente 304 de la modalidad anteriormente descrita. La combinación de reactor y unidad de enfriamiento 375 incluye una sección intermedia de diámetro fijo generalmente alargada 377 que se termina por su extremo externo mediante un par de paredes de extremo de forma generalmente abovedada colocadas  
15 opuestamente 378 y 379 formadas íntegramente con la misma. Se proporciona un medio para impartir flujo apropiado mediante la hélice 380 montada en el árbol impulsor 381 que se apoya en un par de combinación de miembros de sello y  
20 de apoyo 382 y 383 de construcción conocida. El árbol 381 es impulsado mediante un medio impulsor apropiado y funciona para hacer girar la hélice a una velocidad suficiente para impartir al cuerpo de la pasta acuosa de reacción un régimen de flujo destruido suficiente para proporcionar medios para  
25 la recirculación completa de todo el cuerpo de pasta acuosa



1 de reacción por lo menos una vez a cada cinco minutos. Una  
pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido fosfórico dé-  
bil se descarga de preferencia en el lado de corriente as-  
cendente de la hélice 380 en un sitio lo suficientemente pró-  
5 ximo a la hélice para permitir el surtido uniforme y completo  
de estos reactivos. Simultáneamente el ácido sulfúrico con-  
centrado de preferencia se introduce hacia la masa de reac-  
ción desde una pluralidad de boquillas de rociadura supe-  
riores 384 que pueden suministrarse mediante un colector  
10 común 385 que se comunica con una fuente de suministro apro-  
piada.

De conformidad con un aspecto importante de la  
presente invención, el enfriamiento evaporatorio de la  
masa de la pasta acuosa de reacción se mantiene casi en  
15 equilibrio con los calores generados en la pasta acuosa de  
reacción proporcionando un enfriamiento al vacío. Esto se  
logra comunicando el espacio de margen libre 386 a través  
de un conducto apropiado 387 con una fuente de vacío tal  
como por ejemplo un condensador barométrico.

20 Como se muestra mejor en la Figura 22, el miembro  
deflector horizontalmente alineado 376 en la forma preferida  
de esta modalidad se extiende a través de toda la sección  
transversal del cuerpo 375 a fin de reducir al mínimo la  
formación de corto circuito del flujo del fluido y de esta  
25 manerz mantener eficazmente el flujo del fluido en el diagra-



- 60 - 371926

1 ma de flujo generalmente ilustrado mediante las flechas  
(Figura 20). La circulación rápida de la pasta acuosa de  
reacción en combinación con el enfriamiento evaporatorio  
que se mantiene en equilibrio con los calores de reacción  
5 desarrollados en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción  
funcionan para mantener prácticamente temperaturas unifor-  
mes a través de la pasta acuosa de reacción y una unifor-  
midad de concentración de los reactivos para mantener efi-  
cazmente la supersaturación prácticamente uniforme del sul-  
10 fato de calcio a través de la masa de la pasta acuosa de  
reacción y de esta manera reducir al mínimo la formación  
de núcleos de yeso. Por lo tanto, los cristales de yeso  
que se producen en la fabricación de ácido fosfórico de  
proceso humedo, en esta unidad así como todos aquellos  
15 anteriormente descritos se caracterizan por capacidades  
considerablemente mejoradas de lavado y filtración hasta  
un grado no capaz de obtenerse hasta ahora en los reactores  
convencionales.

Las modificaciones y variaciones de las modalidades  
20 descritas en lo que antecede se harán evidentes para aque-  
llas personas expertas en el arte. Consecuentemente esta  
invención debe quedar limitada únicamente mediante el al-  
cance de las cláusulas anexas.

---

25



- 61 371926

REIVINDICACIONES

1  
5  
10  
15  
20  
25

1. Un aparato para hacer reaccionar continuamente roca de fosfato y ácido sulfúrico para producir ácido fosfórico y sulfato de calcio mediante el proceso húmedo, caracterizado porque comprende una combinación de reactor y unidad de enfriamiento adaptada para contener un cuerpo de pasta acuosa de reacción cuya combinación de reactor y unidad de enfriamiento por lo menos está parcialmente cerrada para definir un espacio de margen libre por encima del nivel de la pasta acuosa de reacción para liberar el vapor desde el mismo, una fuente de vacío que se comunica con el espacio de margen libre para mantener en el mismo una presión inferior a la atmosférica predeterminada, un medio de dirección de flujo montado dentro de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento, un medio de circulación forzado para hacer circular el cuerpo y la pasta acuosa de reacción en un diagrama de flujo adaptado para exponer prácticamente todo el cuerpo de pasta acuosa de reacción a la presión inferior a la atmosférica que se mantiene en el espacio de margen libre a un régimen suficiente para proporcionar medios para la recirculación completa de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción una vez durante cada cinco minutos, un medio para añadir casi continuamente roca de fosfato y ácido sulfúrico al cuerpo de la pasta acuosa de reacción y un medio de salida para re-



SEP. 1969

- 62 -

371926

1     tirar la pasta acuosa de reacción desde el reactor y la  
      unidad de enfriamiento.

      2. Un aparato de conformidad con la reivindica-  
      ción 1, caracterizado porque el medio de dirección de flu-  
5     jo comprende un tubo de aspiración.

      3. Un aparato de conformidad con la reivindicación  
      1, caracterizado porque el tubo de aspiración está monta-  
      do de manera que los extremos del mismo queden en un eje  
      generalmente vertical con respecto a la combinación de  
10    reactor de unidad de enfriamiento.

      4. Un aparato de conformidad con la reivindicación  
      3, caracterizado porque la parte superior del tubo de as-  
      piración verticalmente alineado se coloca adyacente al ni-  
      vel normal de funcionamiento de la pasta acuosa de reacción  
15    en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento.

      5. Un aparato de conformidad con la reivindicación  
      1, caracterizado porque el tubo de aspiración se monta de  
      manera que los extremos abiertos del mismo queden en un eje  
      generalmente horizontal con respecto a la combinación de  
20    reactor y unidad de enfriamiento.

      6. Un aparato de conformidad con la reivindicación  
      1, caracterizado porque el medio para dirigir el flujo com-  
      prende un miembro deflector plano.

      7. Un aparato de conformidad con la reivindicación  
25    1, caracterizado porque el miembro deflector plano gene-



371926

1 ralmente está alineado verticalmente.

8 . Un aparato de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el miembro deflector plano está alineado por lo general horizontalmente.

5 9 . Un aparato de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el medio de rociadura se proporciona en espacio de margen libre por encima del cuerpo de pasta acuosa de reacción para introducir ácido sulfúrico hacia el espacio de margen libre por encima de la pasta acuosa de reacción en una forma en partículas finamente divididas que permite que se disperse de manera inmediata y uniforme el ácido sulfúrico a través del cuerpo de circulación de pasta acuosa de reacción.

10 10 . Un aparato de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la combinación de reactor y unidad de enfriamiento comprende un recipiente que tiene una porción integramente formada por lo general en forma de "U" colocada debajo del nivel de funcionamiento normal del cuerpo de pasta acuosa de reacción en la unidad y a través del cual se hace circular el cuerpo de la pasta acuosa de reacción.

15 20 25 11 . Un aparato para hacer reaccionar continuamente roca de fosfato y ácido sulfúrico para producir ácido fosfórico y sulfato de calcio mediante el proceso húmedo, caracterizado por comprender una combinación de reactor y



SEP. 1969

- 64 -

371926

1. unidad de enfriamiento en donde la reacción continua entre la roca de fosfato y el ácido sulfúrico puede llevarse a cabo casi isotérmicamente que comprende, un tanque cerrado, una columna del extremo superior de la cual se cierra y se proporciona con una conexión de vacío sostenida por encima del tanque con el extremo de fondo de la columna estando abierto y sumergiéndose debajo del nivel de líquido normal dentro del tanque, un tubo de aspiración de extremos abiertos colocado dentro de la columna con el extremo superior del mismo no extendiéndose por encima del nivel del líquido de funcionamiento normal en la columna y con el extremo inferior proyectándose desde la columna y separado desde el fondo del tanque, un medio de circulación asociado con el tubo de aspiración para crear y mantener un diagrama de flujo generalmente toroidal mediante lo cual por lo menos una porción considerable del contenido de líquido dentro de la unidad fluye a través del tubo de aspiración en una dirección y a través del espacio anular entre el tubo de aspiración y la columna en la dirección opuesta, y un medio para dispersar rápidamente el fosfato de roca hacia el contenido del tanque que comprende un miembro de manguito que se sumerge debajo del nivel de líquido normal en el tanque y un agitador colocado dentro del manguito debajo del nivel.

12. Un aparato de conformidad con la reivindicación 11 que incluye la combinación de reactor y unidad de enfria-



SEP. 1969

- 65 -

371926

1 wiento, caracterizado porque el tanque tiene una salida  
para retirar la pasta acuosa de reacción en un sitio dis-  
tante del miembro de manguito.

5 13. Un aparato de conformidad con la reivindica-  
ción 11, que incluye la combinación de reactor y unidad -  
de enfriamiento, caracterizado porque la columna se colo-  
ca adyacente a un lado del tanque y el extremo inferior -  
proyectante del tubo de aspiración se curva a fin de abrir  
se aproximadamente en el centro del fondo del tanque.

10 14. Un aparato para hacer reaccionar continuamen-  
te roca de fosfato y ácido sulfúrico para producir ácido -  
fosfórico y sulfato de calcio por el proceso húmedo carac-  
terizado porque comprende: un reactor isotérmico encerrado  
y una unidad de enfriamiento adaptado para hacer funcionar  
15 con un espacio de margen libre; un condensador de vapor -  
que tiene su admisión de vapor conectada en el espacio mar-  
ginal libre; un premezclador en la roca de fosfato puede -  
formarse en una pasta acuosa con ácido fosfórico débil; un  
medio de conducto de pasta acuosa que se conecta entre el  
20 premezclador y el reactor y la unidad de enfriamiento adya-  
cente al fondo del mismo; un medio de rociadura para intro-  
ducir ácido sulfúrico dentro del espacio marginal libre; -  
un reactor isotérmico y unidad de enfriamiento que compren-  
de un recipiente cerrado, un tubo de aspiración vertical -  
25 colocado dentro del recipiente con el extremo superior co-



371926

1       locado algo por debajo del nivel de funcionamiento de lí-  
quido normal en el mismo, un medio de circulación forzada  
en asociación con el tubo de aspiración para crear y man-  
5       tener un diagrama de flujo toroidal dentro del cuerpo de  
la pasta acuosa de reacción dentro de la unidad mediante  
lo cual por lo menos una porción considerable del cuerpo  
de pasta acuosa de reacción fluye a través del tubo de as-  
piración en una dirección y regresa en el exterior de la  
dirección opuesta, y un medio de salida para retirar la -  
10       pasta acuosa de reacción desde la unidad.

15       15. Un aparato para hacer reaccionar continuamen  
te roca de fosfato y ácido sulfúrico para producir ácido fosfónico y sulfato de calcio caracterizado porque la com-  
binación de reactor y unidad de enfriamiento en donde la -  
reacción continúa entre la roca de fosfato, el ácido sulfú-  
rico y el agua pueden llevarse a cabo prácticamente de ma-  
nera isotérmica comprendiendo: un tanque, una columna de ex  
tremo superior de la cual se cierra y se comunica con una  
fuente de vacío, el extremo de fondo de la columna está --  
abierto y se sumerge debajo del nivel del líquido normal -  
20       dentro del tanque, un medio para dirigir el flujo colocado  
dentro de la columna, un medio de circulación forzado aso-  
ciado con el medio de dirección de flujo para crear y man-  
tener un diagrama de flujo mediante lo cual prácticamente  
25       todo el contenido líquido dentro de la unidad puede exponer



1969

371926

1 se a presiones inferiores a la atmosférica que se mantiene  
en el extremo superior de la columna, un medio para intro-  
ducir ácido sulfúrico hacia el contenido de la humedad y -  
un medio para dispersar rápidamente la roca de fosfato ha-  
5 cia el contenido del tanque que comprende un miembro de man-  
guito que se sumerge debajo del nivel de líquido normal en  
el tanque y un agitador colocado dentro del miembro de man-  
guito debajo del nivel.

10 16. Un aparato de conformidad con lo reivindicado  
en la reivindicación 15, caracterizado porque en la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento el medio de direc-  
ción de flujo comprende un tubo aspirador.

15 17. Un aparato de conformidad con lo reivindicado  
en la reivindicación 15, caracterizado porque en la combina-  
ción de reactor y unidad de enfriamiento el medio para in-  
troducir el ácido sulfúrico hacia la unidad comprende por -  
lo menos una boquilla de rociadura que se coloca en el ex--  
tremo superior de la columna.

20 18. Un aparato para hacer reaccionar continuamente  
roca de fosfato y ácido sulfúrico para producir ácido fosfó-  
rico y sulfato de calcio mediante el proceso húmedo para ela-  
borar ácido fosfórico que comprende: una combinación de reac-  
tor isotérmico encerrado y una unidad de enfriamiento adap-  
tada para hacerse funcionar desde un espacio marginal libre;  
25 una fuente de vacío conectada con el espacio marginal libre;



SEP. 1960

371026

1. un premezclador en donde la roca de fosfato puede formarse  
en una pasta acuosa con ácido fosfórico débil; un medio de  
conducto de pasta acuosa que conecta el premezclador con -  
la combinación de reactor y unidad de enfriamiento adyacen  
5 te al fondo de la unidad; un medio de rociadura para intro  
ducir ácido sulfúrico dentro de la unidad; un reactor iso-  
térmico y una unidad de enfriamiento que comprende un reci  
piente encerrado, un medio de dirección de flujo y un me-  
dio de circulación forzado; el medio de dirección de flujo  
10 y el medio de circulación forzado se colocan uno con res-  
pecto al otro para proporcionar un diagrama de flujo para  
el contenido líquido dentro de la unidad mediante lo cual  
prácticamente todo el contenido de líquido se expondrá al  
espacio marginal libre; y un medio de salida para retirar  
15 la pasta acuosa de reacción desde la unidad.

19. Un aparato de conformidad con la reivindicación 18, en donde el medio de dirección de flujo es un tubo de aspiración.

20. Se reivindica por último como objeto sobre -  
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solici-  
ta: "UN APARATO PARA HACER REACCIONAR CONTINUAMENTE ROCA -  
DE FOSFATO Y ACIDO SULFURICO".



SEP. 1969

371026

1 .                    Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente Memoria descriptiva, que consta de sesenta y  
nueve páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 26 de septiembre 1969

5

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

15

20

25



Fig. 1

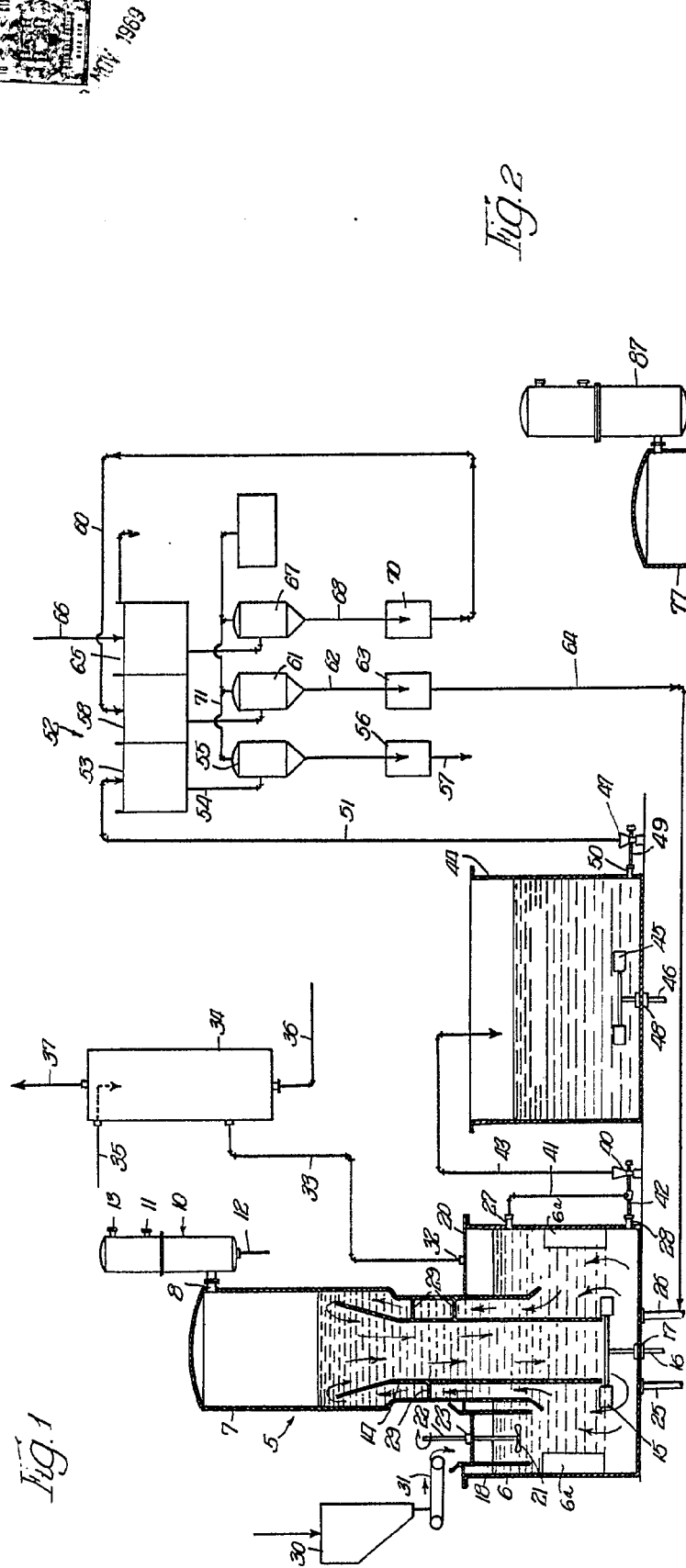


Fig. 2

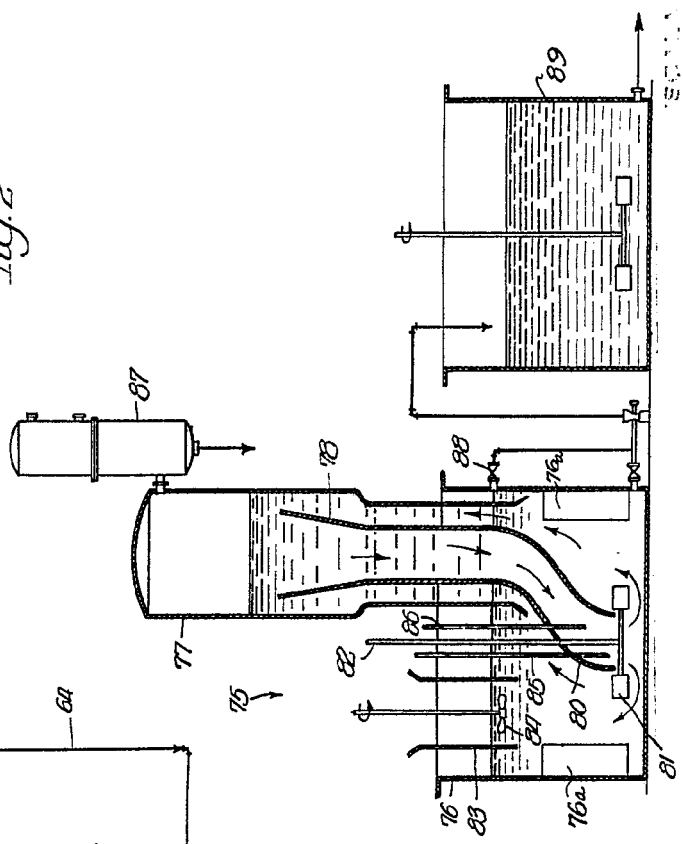
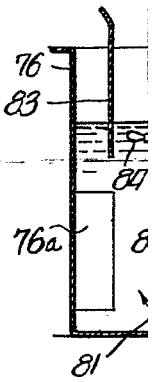
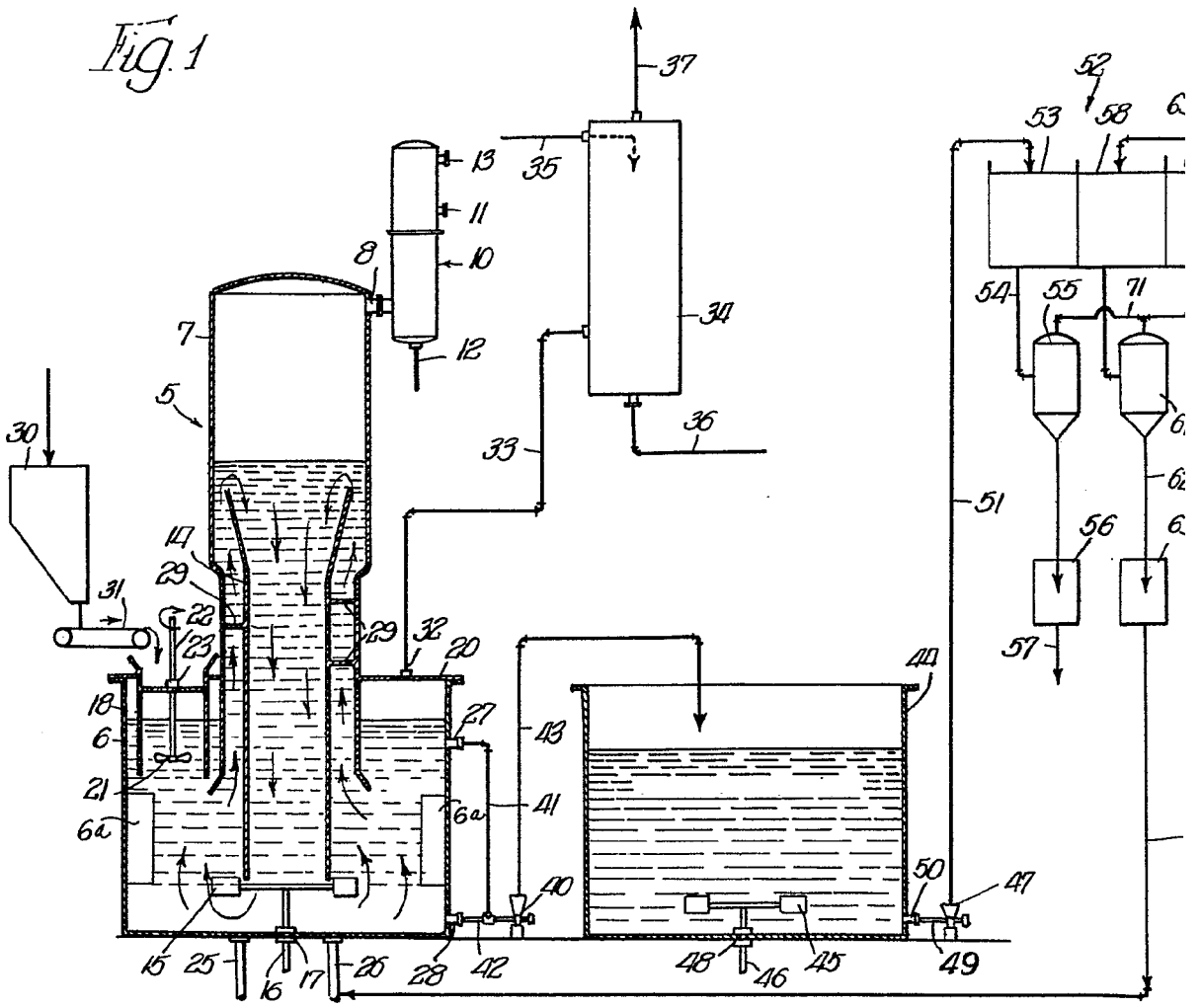
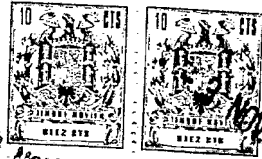


Fig. 1



774020



1969

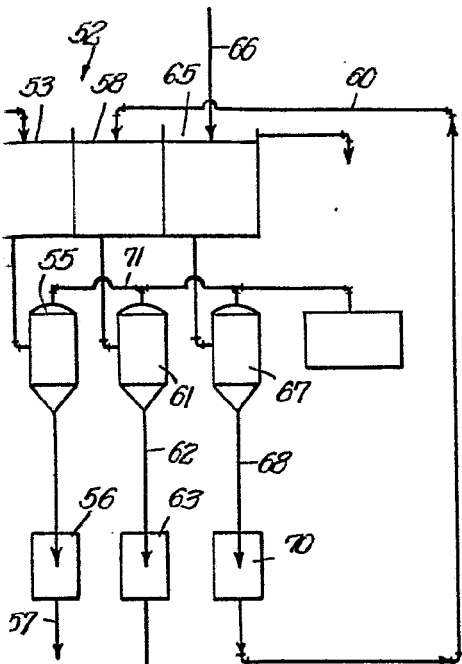
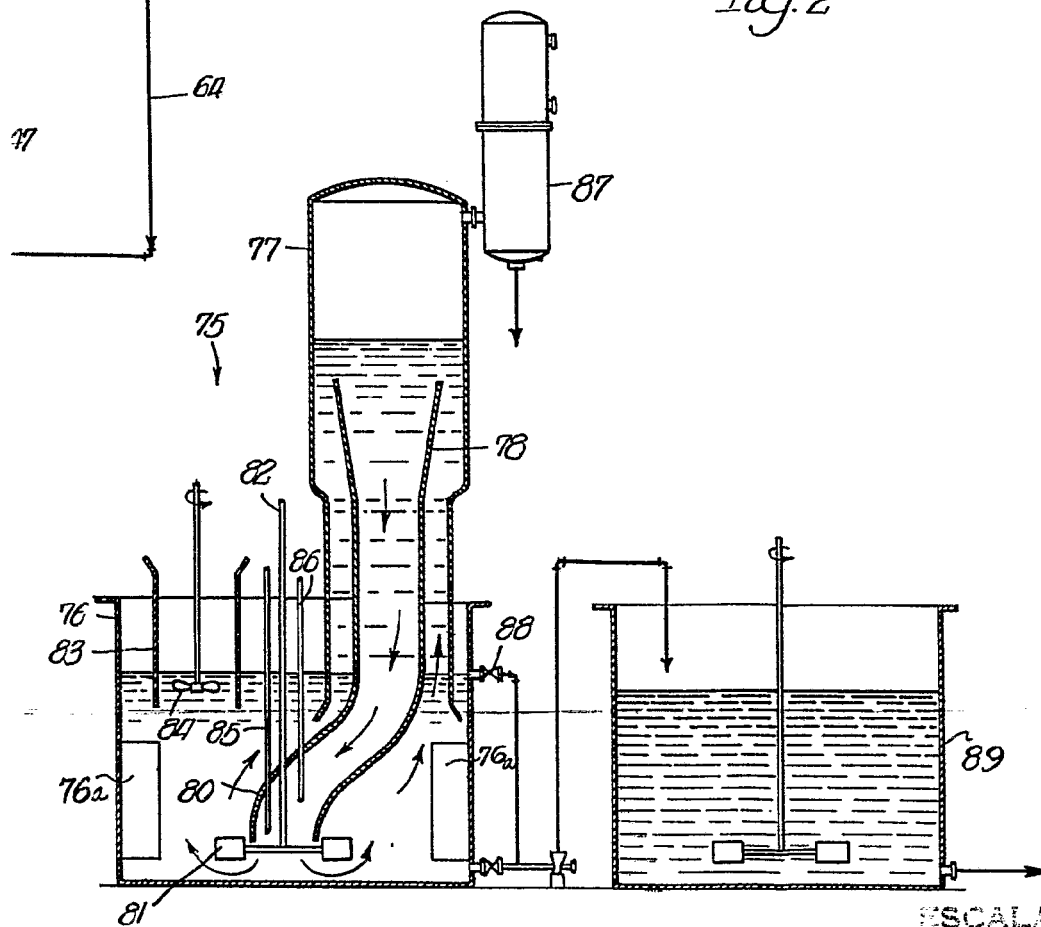


Fig. 2



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 26 DE septiembre 1969  
 BERNARDO J. ...  
 P. P.

Fig. 3

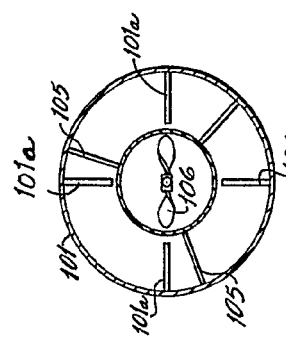
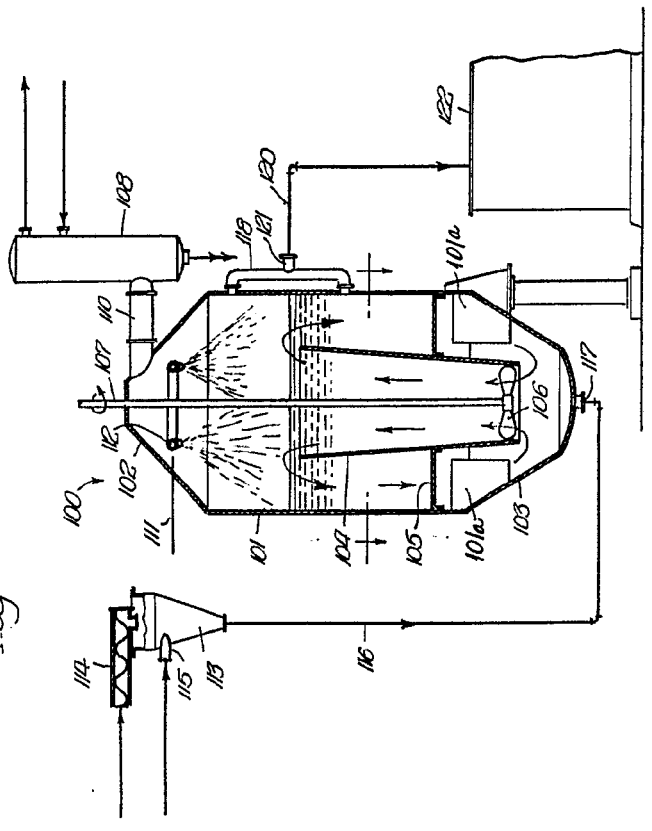


Fig. 4

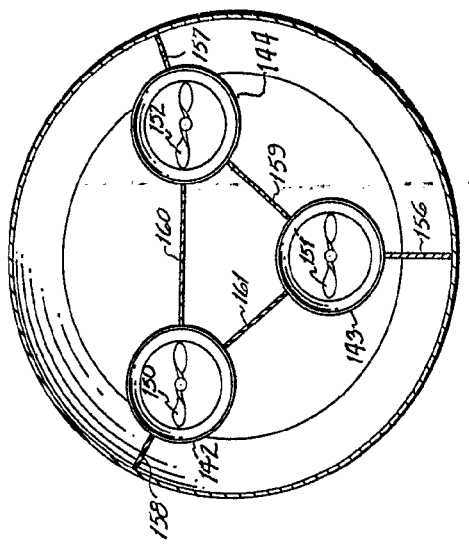


Fig. 6

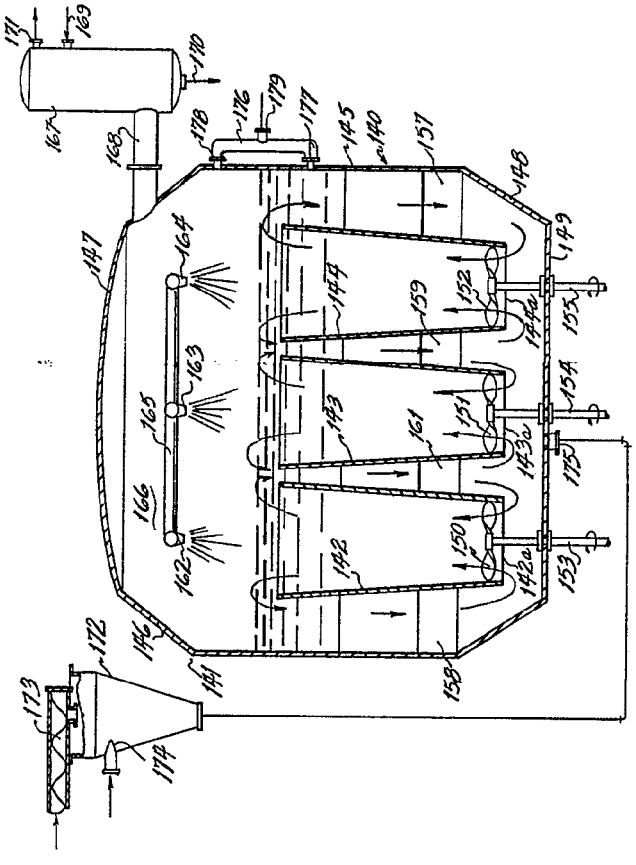
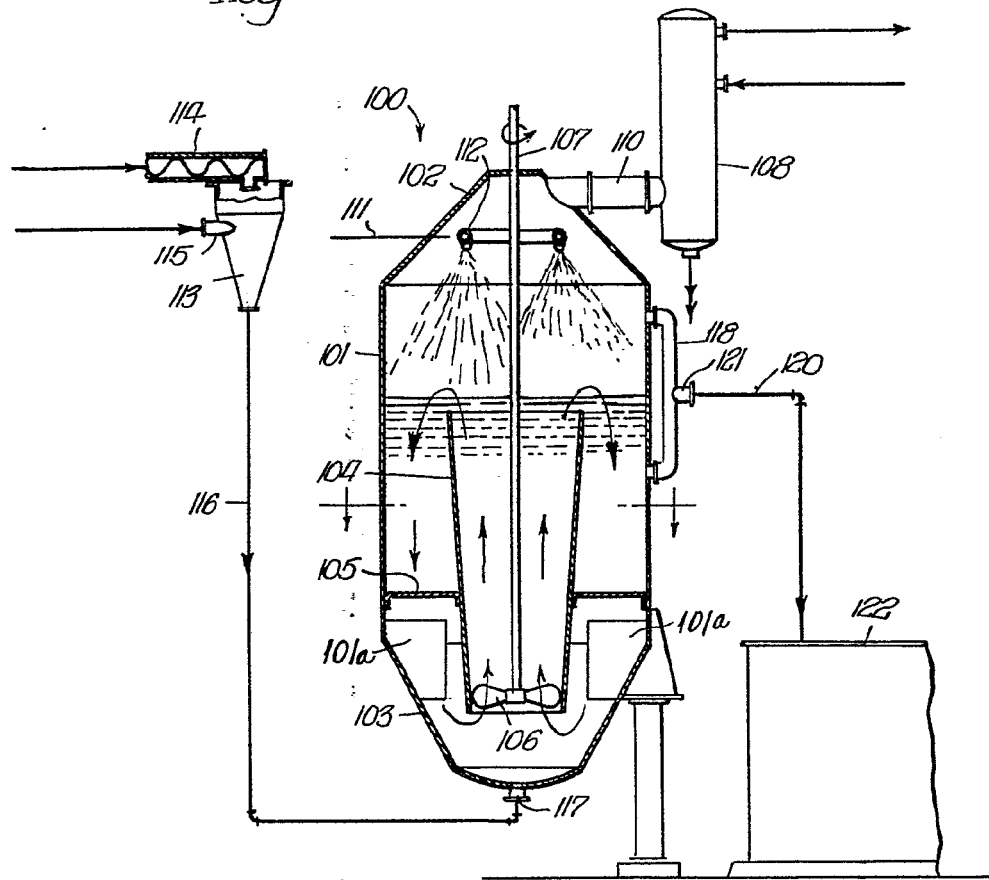


Fig. 5

1969

1969

Fig. 3



Fig

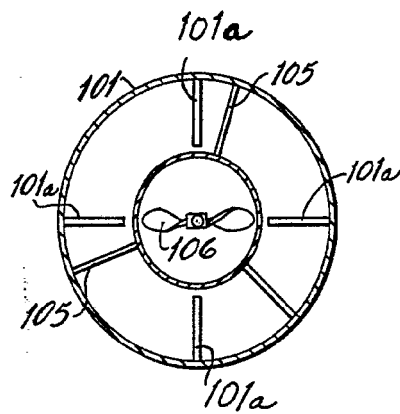


Fig. 4

Fig. 6

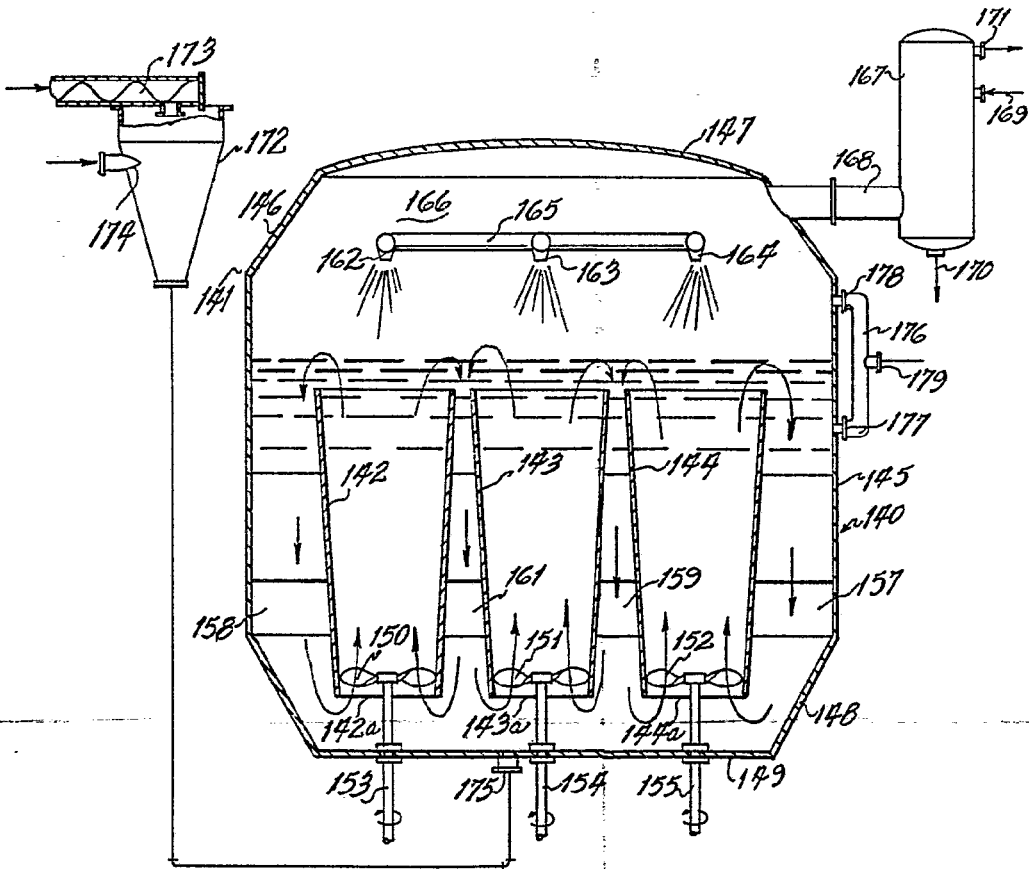
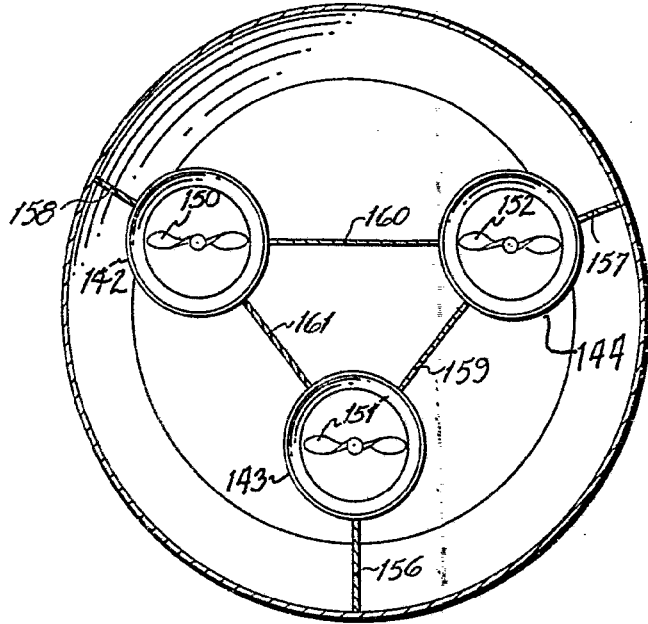


Fig. 5

INSTRUMENTO PARA VARIAR EL  
MAYOR 26 de septiembre de 1969

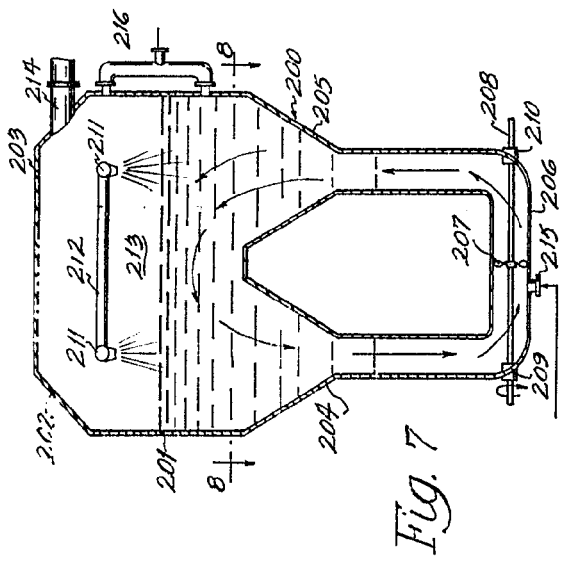


Fig. 7

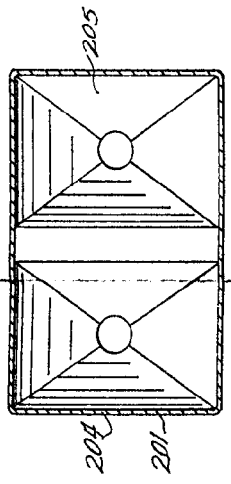


Fig. 8

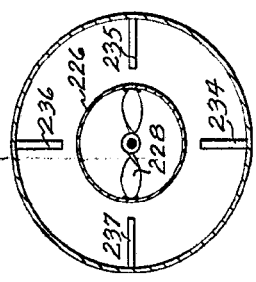


Fig. 10

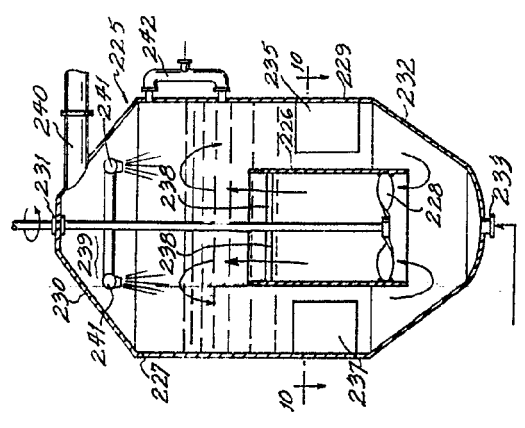


Fig. 9

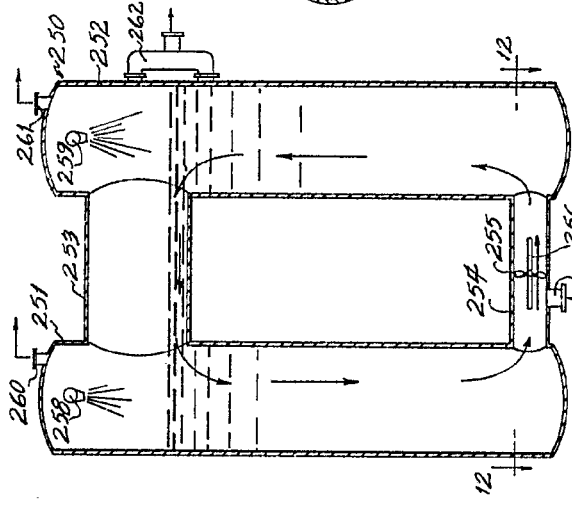


Fig. 11

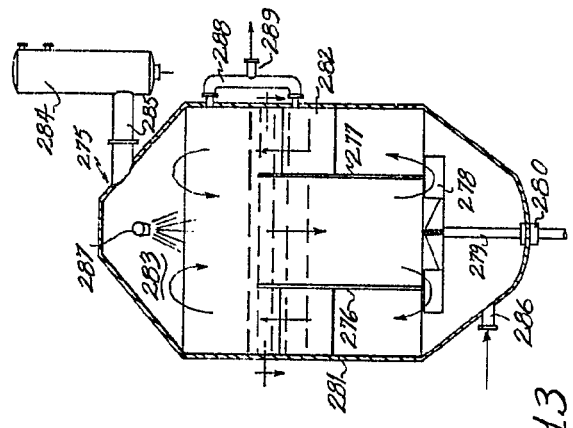


Fig. 13

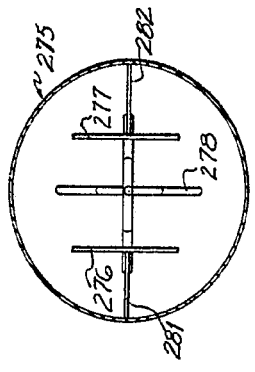


Fig. 14

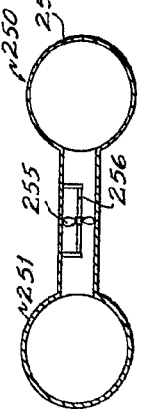


Fig. 12

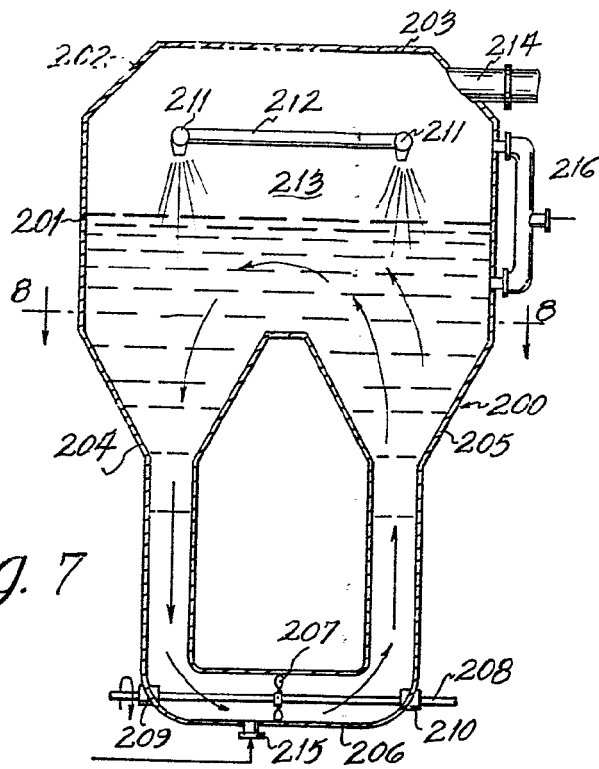


Fig. 7

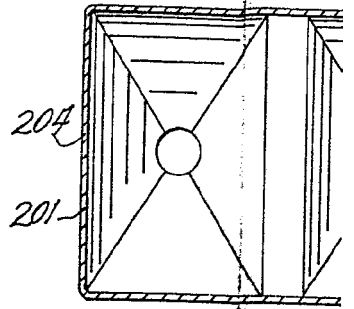


Fig. 8

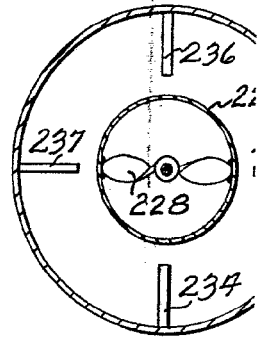


Fig. 10

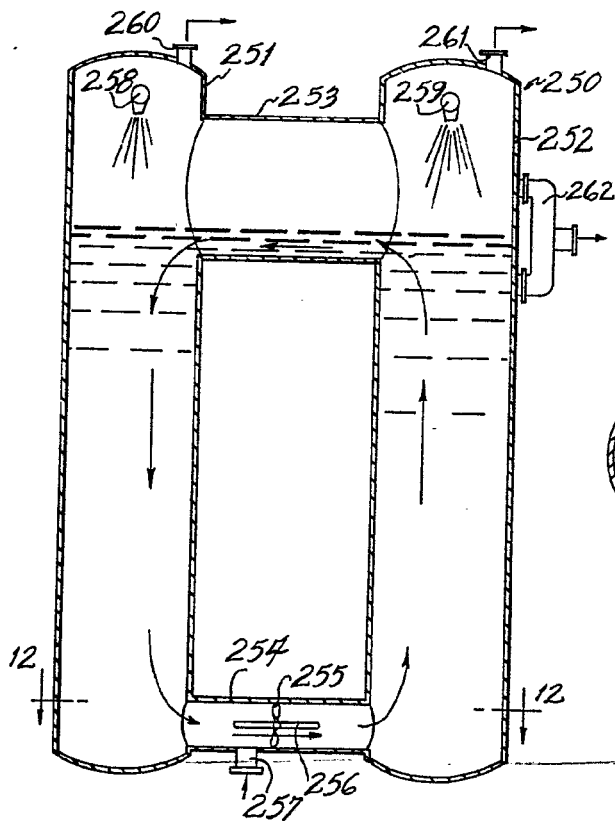


Fig. 11

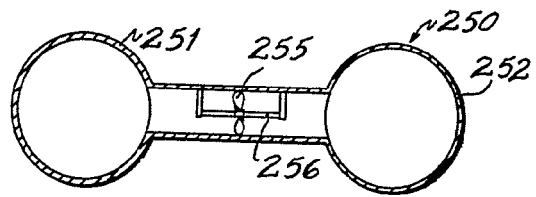
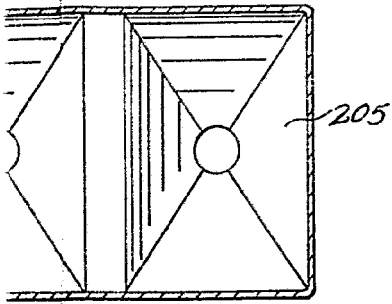


Fig. 12



Fig. 13



8

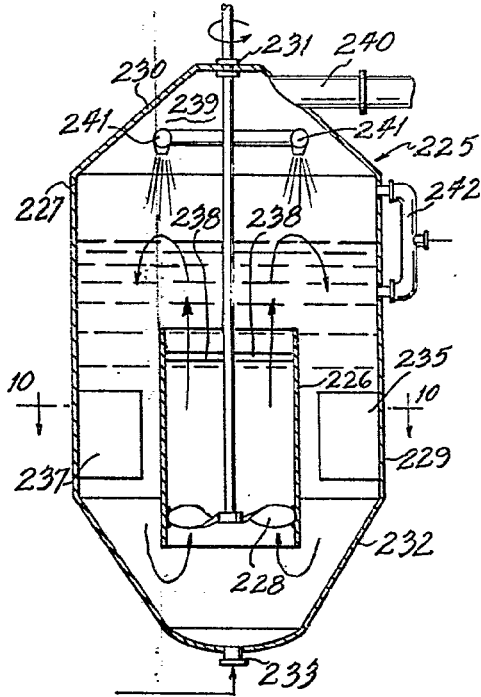
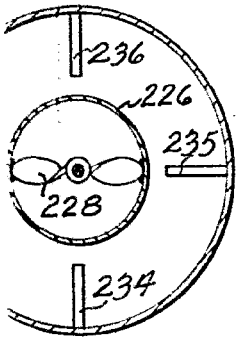


Fig. 9



10

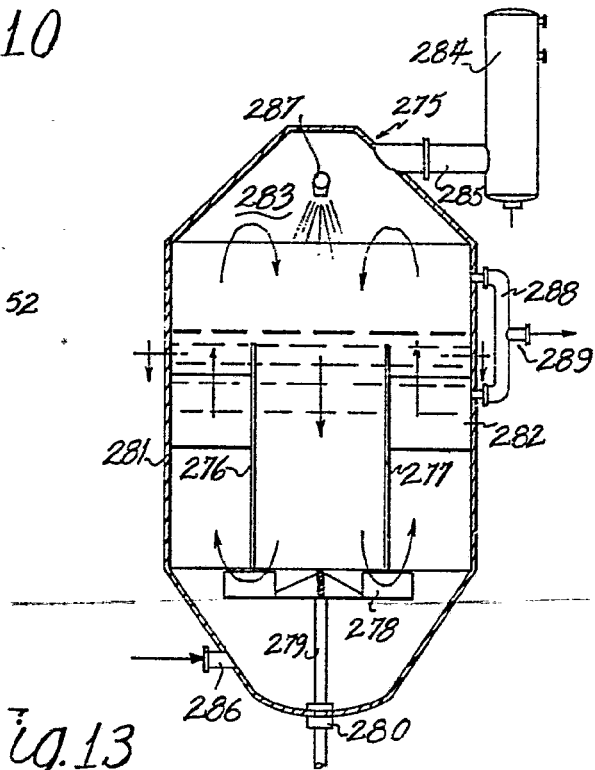


Fig. 13

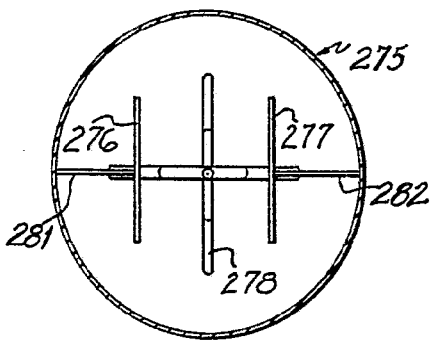


Fig. 14

MAR 26 septiembre 1969

BERNARDI ENGINEERS

P.O. BOX 35

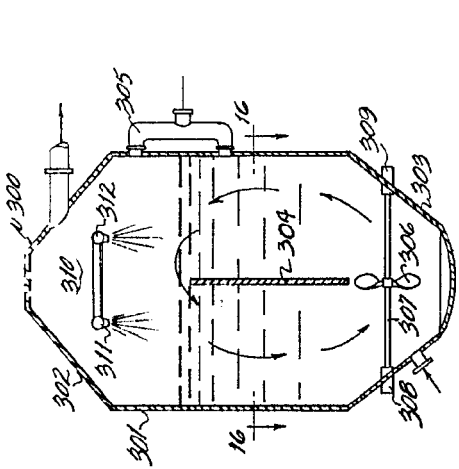


Fig. 15

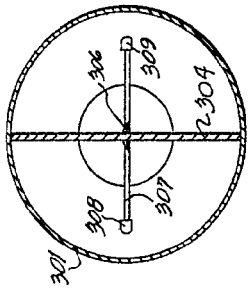


Fig. 16

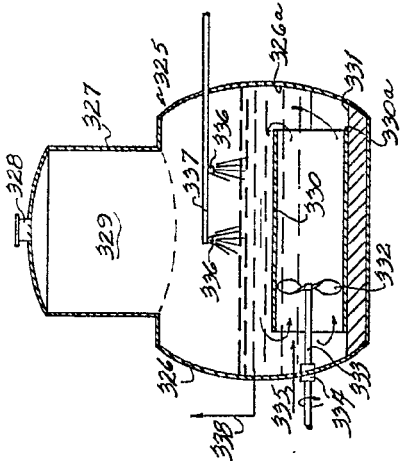


Fig. 17

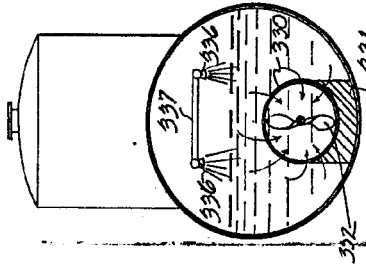


Fig. 18

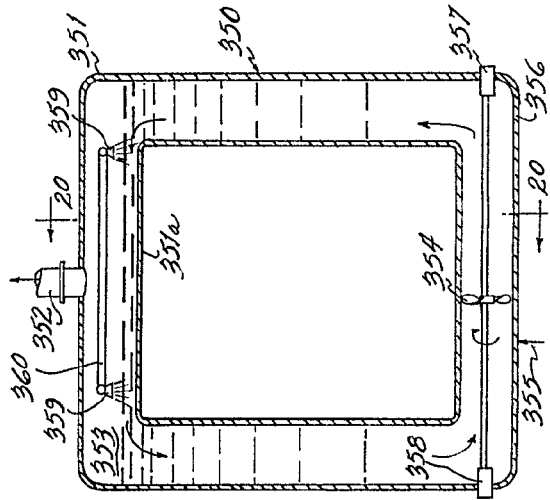


Fig. 19

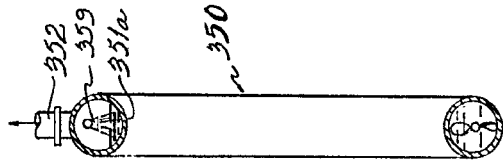


Fig. 20

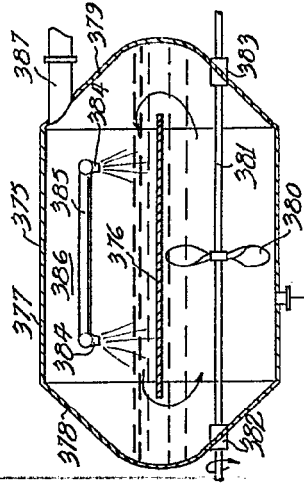


Fig. 21

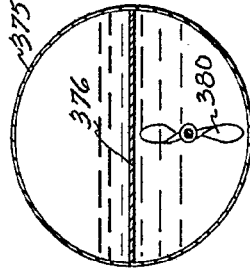


Fig. 22

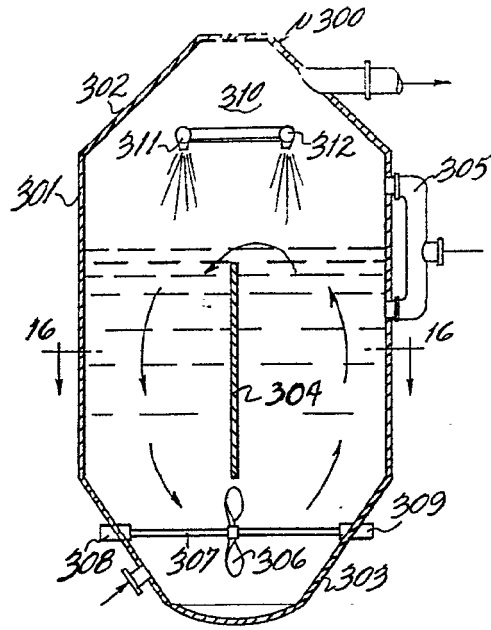


Fig. 15

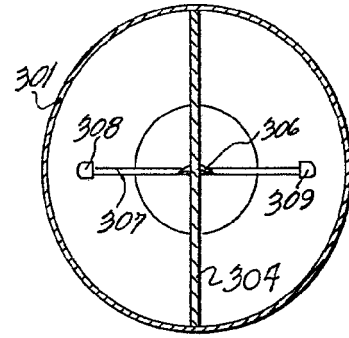


Fig. 16

3  
338  
335  
334  
3

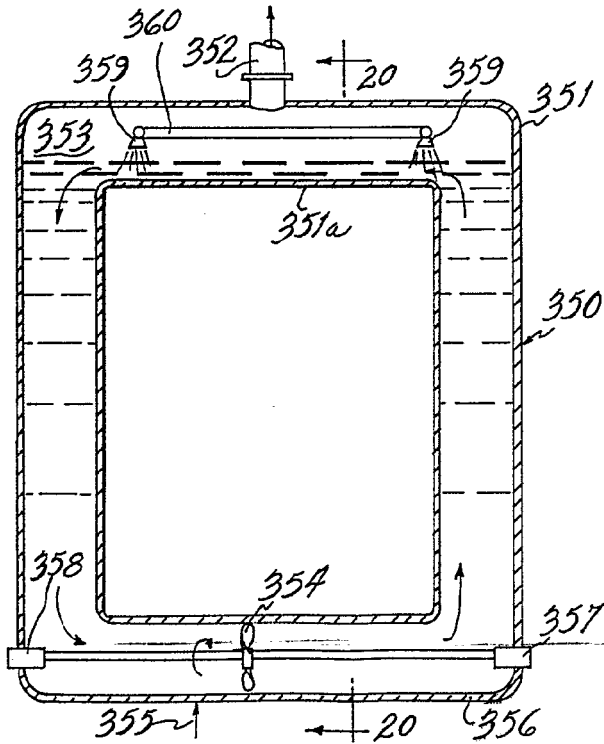


Fig. 19

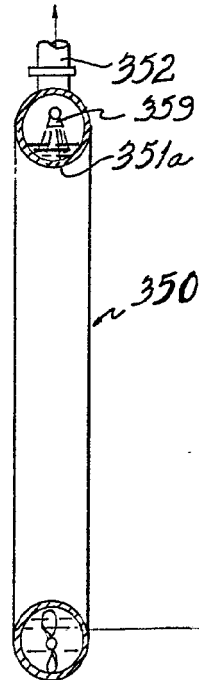
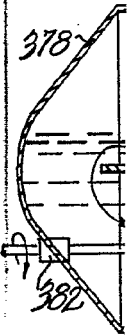


Fig. 20



F

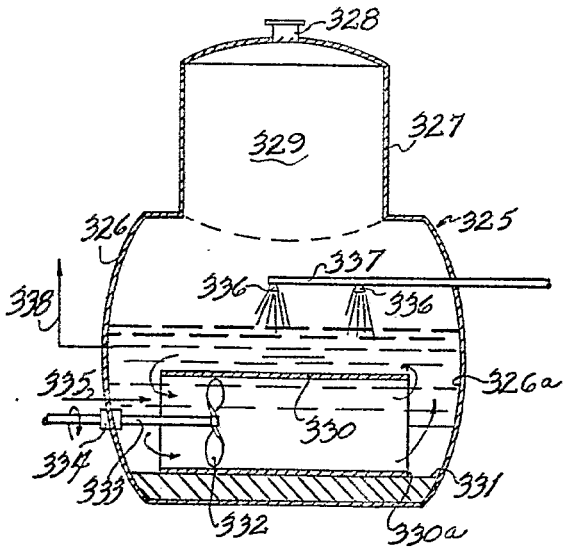


Fig. 17

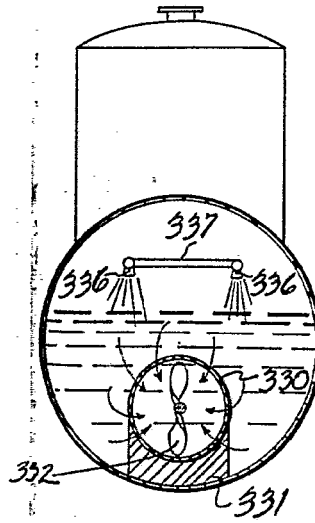


Fig. 18

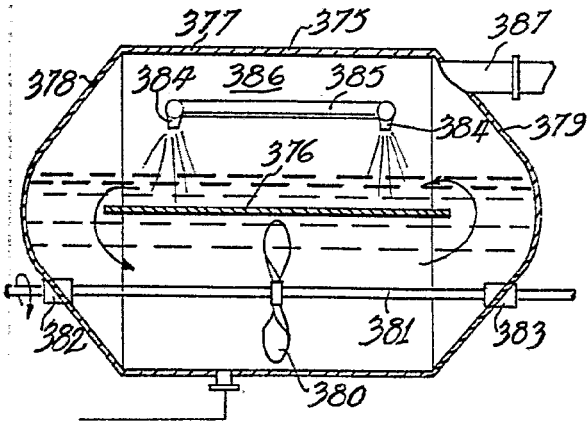


Fig. 21

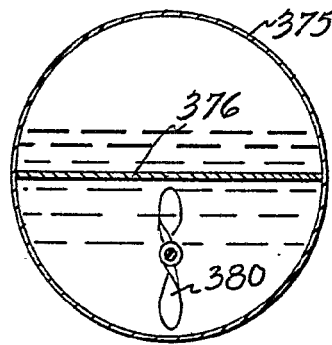


Fig. 22

ESCALA: 1/20  
MADRID, 26 de septiembre de 1969  
BERNABE UNCRÍA