



(19) ES	(11) NUMERO 433.648	(10) A 1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 8.1.75	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
----------------------------------	------------	-----------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B03C	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(54) TITULO DE LA INVENCION UN METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA SEPARAR PARTICULAS MAGNETIZABLES DE UN FLUIDO EN EL QUE ESTAN SUSPENDIDAS.
--

(71) SOLICITANTE (S) ENGLISH CLAYS LOVERING POCHIN & COMPANY LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE John Keay House, ST AUSTELL, Cornwall PL25 4DJ, Inglaterra

(72) INVENTOR (ES) Willian Windle, británico, el cual ha cedido sus derechos a la Cía solicitante.
--

(73) TITULAR (ES) El mismo solicitante

(74) REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU
--

1

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

5

Esta invención se refiere a aparato para uso al separar partículas magnéticas de un fluido en el que están suspendidas.

Descripción de la Técnica Anterior

10

15

20

25

30

Hasta ahora ha sido usual en un aparato de separación magnética, en el que se usa una bobina de electroimán para establecer un campo magnético en una cámara de separación que contiene una empaquetadura porosa de material ferromagnético, mantener bajos los costes de operación manteniendo al mismo tiempo un campo magnético elevado en la cámara de separación facilitando un bastidor de retorno de hierro masivo, decenas o incluso centenas de toneladas de peso, para minimizar pérdida de flujo magnético y minimizar por ello la fuerza de funcionamiento requerida para mantener un campo magnético elevado dado. La memoria descriptiva de Patente de Estados Unidos número 3.627.678 describe tal aparato, en el que el bastidor de retorno rodea casi completamente la cámara de separación. No es posible separar la cámara de separación de entre las piezas de polo de la bobina de electroimán sin separar primero un miembro superior de hierro masivo del bastidor de retorno. Según eso, la limpieza de la cámara para separar las partículas magnéticas atrapadas en la empaquetadura debe tener lugar in situ, y la bobina debe desexcitarse antes de que se liberen de la empaquetadura las partículas más fuertemente magnéticas. Esto es desventajoso porque mientras se desexcita la bobina no puede tener lugar separación magnética. Además, aunque la memoria descriptiva de Patente de Estados Unidos número 3.627.678 describe que la bobina de electroimán puede operar superconductora-

1 mente, para reducir más aún los costes en curso (la reducción
en fuerza eléctrica necesitada para mantener una intensidad
de campo dada compensa con mucho el gasto al refrigerar la bo-
bina), no es económico excitar y desexcitar repetidamente una
5 bobina superconductora.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

Según un aspecto de la presente invención se facilita un método de separar partículas magnetizables de un fluido en el que están suspendidas, cuyo método comprende:

10 (a) establecer un campo magnético de intensidad elevada en una primera zona;

(b) pasar una cantidad de dicho fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo a través de una primera cámara de separación que contiene material de em-
15 paquetadura magnetizable y dispuesta dentro de la primera zona, de forma que las partículas magnetizables se magneticen por el campo magnético y sean atraídas al material de empaquetadura;

(c) sacar la primera cámara de separación de la pri-
20 mera zona y llevarla a una segunda zona e introducir una segunda cámara de separación que contiene material de empaquetadura magnetizable a la primera zona;

(d) separar las partículas magnetizables atraídas al material de empaquetadura de la primera cámara de separa-
25 ción dentro de la segunda zona; y

(e) simultáneamente con (d), pasar más cantidad de dicho fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo a través de dicha segunda cámara de separación dentro de la primera zona, de forma que las partículas magne-
30 tizables se magneticen por el campo magnético y sean atraídas

1 al material de empaquetadura;

manteniéndose continuamente el campo magnético de elevada intensidad en la primera zona desde (b) hasta (e).

Según otro aspecto de la invención se facilita un
5 aparato, adecuado para separar partículas magnetizables de un fluido en el que están suspendidas, comprendiendo dicho aparato:

(a) medios de electroimán superconductores para establecer un campo magnético continuo de elevada intensidad en una primera zona cuando se usa el aparato;

10 (b) una pluralidad de cámaras de separación;

(c) dos aberturas facilitadas en cada una de dichas cámaras de separación para permitir que entre y salga fluido de las cámaras de separación;

(d) un material de empaquetadura poroso y magnetizable
15 ble facilitado en cada una de las cámaras de separación;

(e) medios para introducir a, y sacar de, la primera zona dichas cámaras de separación una cada vez, mientras el campo magnético se mantiene continuamente en la primera zona;

(f) medios para pasar fluido que tiene partículas
20 magnetizables suspendidas en el mismo a través de una cámara de separación, cuando dicha cámara de separación se coloca dentro de la primera zona, por medio de una de las dos aberturas facilitadas en la misma, de forma que las partículas magnetizables se magneticen por el campo magnético de intensidad
25 elevada y sean atraídas al material de empaquetadura dentro de dicha cámara de separación, mientras el fluido pasa a través del material de empaquetadura y sale a través de la otra abertura en la cámara de separación; y

(g) medios de separación para separar las partículas
30 magnetizables atraídas al material de empaquetadura dentro de

1 una cámara de separación, cuando dicha cámara de separación se
coloca en una segunda zona alejada de dicha primera zona.

Puede demostrarse que la eficiencia de extracción
magnética es aproximadamente directamente proporcional a la
5 intensidad del campo magnético aplicada en la primera zona y
aproximadamente inversamente proporcional a la velocidad de
flujo de fluido a través de las cámaras de separación. Debido
a que con imanes superconductores pueden obtenerse intensidades
de campo muchísimo mayores, una separación dada puede realizar-
10 se a una velocidad de flujo mayor con consiguiente mejor utili-
zación del equipo esencial que utiliza el aparato de la inven-
ción, en comparación con un aparato que utilice un imán conven-
cional.

Como el campo magnético se aplica continuamente du-
15 rante el funcionamiento del aparato de la invención, el imán
superconductor no se excita y desexcita repetidamente, lo que
haría caro su funcionamiento. El fluido que tiene partículas
magnetizables en suspensión en el mismo puede pasarse a través
del aparato durante una proporción elevada de su ciclo de
20 funcionamiento y por consiguiente puede procesarse en un
tiempo dado utilizando dicho aparato más fluido que utilizando
un aparato de una construcción más convencional.

La intensidad de campo magnético será generalmente
al menos 10.000 gaussios y puede ser tan elevada como 60.000
25 gaussios o más.

El fluido que tiene partículas magnetizables suspen-
didas en el mismo puede ser una suspensión de agua y material
sustancialmente no magnetizable, que tiene partículas magne-
tizables en el mismo. La velocidad a la que la suspensión se
30 pasa a través de cada cámara de separación puede ser al menos

1 30 cm/min y no superior a 1.000 cm/min. El tiempo de presencia de la suspensión en la primera zona puede ser entre aproximadamente 3 segundos y aproximadamente 2 minutos, y preferiblemente entre aproximadamente 5 segundos y aproximadamente 25 segundos.

5 Preferiblemente las partículas magnetizables se separan de la primera cámara de separación dentro de la segunda zona por limpieza con un fluido. En una realización posible, las partículas magnetizables se separan del material de empaquetadura dentro de cada cámara de separación reduciendo el magnetismo residual del material de empaquetadura, posiblemente introduciendo las cámaras de separación en un bobina de desmagnetización, y reduciendo progresivamente la amplitud de la corriente alterna aplicada a dicha bobina de forma que se lleve la magnetización del material alrededor de un bucle de histéresis cada
10 vez menor hasta que el magnetismo residual del material sea efectivamente cero; y después limpiando el material con un fluido.

Los medios de electroimán pueden incluir una bobina de electroimán que comprende un conductor hecho a partir de
20 una aleación de niobio y titanio y que es superconductor a la temperatura de helio líquido.

El aparato está dotado preferiblemente de dos cámaras de separación solamente. Cada cámara de separación puede tener simetría axial, y las cámaras de separación pueden alinearse axialmente y unirse, de forma que puedan moverse por medios
25 acoplados a una de las cámaras de separación. Los medios para mover las cámaras de separación pueden comprender un piñón que coopera con una cremallera acoplada a una de las cámaras de separación.

30 En una realización de la invención, cada cámara de

1 separación está dotada de dos aberturas en un extremo de la
misma, una de cuyas aberturas se conecta a un conducto que se
extiende al extremo de la cámara que está alejado de las aber-
5 turas, por lo que puede entrar fluido a la cámara en un extre-
mo y salir de la cámara en el mismo extremo después de pasar
a través de la empaquetadura porosa de material magnetizable.

El material de empaquetadura puede comprender una lana
de acero inoxidable. En este caso aproximadamente 2% a 40%
del volumen total ocupado por el material de empaquetadura
10 puede ocuparse por acero inoxidable, siendo anulado el resto
del volumen. El material de empaquetadura puede ser alterna-
tivamente particulado, en cuyo caso aproximadamente 10% a 75%
del volumen total ocupado por el material de empaquetadura
puede ocuparse por partículas, siendo anulado el resto del
15 volumen.

El fluido suministrado al aparato de separación
magnética contendrá generalmente al menos 10% y no más de
40% por peso de sólidos.

Con el aparato según la invención no se requiere un
20 bastidor de retorno de hierro pesado y por consiguiente es
posible introducir y sacar una cámara de separación de la zona
en la que se aplica el campo magnético.

Adicionalmente el método de la invención comprende
preferiblemente:

25 (1) sacar la segunda cámara de separación de la pri-
mera zona e introducirla a una tercera zona e introducir la
primera cámara de separación a la primera zona; y

(2) sacar las partículas magnetizables atraídas al
material de empaquetadura de la segunda cámara de separación
30 dentro de la tercera zona;

1 manteniéndose continuamente el campo magnético de elevada intensidad en la primera zona del principio al fin de (1) y (2) así como desde (b) hasta (e).

5 Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo puede realizarse la misma, ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 muestra diagramáticamente una vista en sección transversal axial de una realización del aparato de separación magnética según la invención; y

 La figura 2 muestra diagramáticamente y parcialmente en sección transversal una segunda realización del aparato de separación magnética según la invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

15 El aparato ilustrado en la figura 1 comprende dos cámaras de separación 1 y 2 que se conectan rígidamente de extremo a extremo, no habiendo comunicación entre las dos cámaras. Cada cámara está dotada de un conducto axial central 3 a través del cual una suspensión acuosa de color claro de un pigmento que contiene impurezas descolorantes de material paramagnético o ferromagnético se alimenta a un primer compartimiento 4. Desde el compartimiento 4 la suspensión acuosa pasa a través de un primer tabique perforado 5, una empaquetadura de lana de hierro o acero resistentes a la corrosión y un segundo tabique perforado 7 a un segundo compartimiento 8 del que sale por un conducto 9. El aparato comprende también una bobina de electroimán 10. La región de campo más intenso de la bobina de electroimán es una perforación cilíndrica definida por la misma. Las cámaras de separación se montan sobre medios (véase la figura 2) por lo que cualquiera de las dos cámaras puede colocarse en

20

25

30

1 la perforación cilíndrica de la bobina de electroimán 10 mientras que la otra cámara de separación permanece sustancialmente fuera de la influencia del campo magnético de la bobina de electroimán.

5 La bobina de electroimán 10 comprende un conductor, hecho por ejemplo de una aleación de niobio y estaño, titanio o galio o una aleación de vanadio y galio, que es superconductor a la temperatura de helio líquido. La bobina 10 se encierra en una camisa de cuatro paredes (no mostrada), teniendo
10 ambas superficies de cada pared una superficie de reflexión de radiación. El espacio entre las paredes primera y segunda contiene helio líquido; el espacio entre las paredes segunda y tercera contiene nitrógeno líquido (o aire líquido); y el espacio entre las paredes tercera y cuarta se avacúa. El grosor
15 de las paredes y los espacios entre las mismas dentro de la perforación cilíndrica de la bobina de electroimán se mantiene tan pequeño como sea posible para hacer el volumen máximo dentro de la perforación, donde el campo magnético es más fuerte, disponible para las cámaras de separación.

20 El aparato ilustrado en la figura 2 comprende dos cámaras de separación cilíndricas 21 y 22 que se conectan rígidamente por una varilla 23, no habiendo comunicación entre las dos cámaras. Cada cámara está dotada de paredes de extremo 24 y 25 y una empaquetadura 26 de lana de hierro inoxidable que
25 se contiene entre un primer tabique perforado 27 y un segundo tabique perforado 28. Un conducto 29 para introducir suspensión de alimentación y agua de enjuague a baja presión pasa a través de la empaquetadura 26 y comunica con un compartimiento 20 entre el segundo tabique perforado 28 y la pared de extremo 25
30 de las cámaras de separación. Una primera salida 30 comunica

1 con un compartimiento 19 entre el primer tabique perforado 27
y la pared de extremo 24 de la cámara de separación, y sirve
para la descarga de suspensión de producto y lavados y para la
introducción de agua de limpieza de elevada presión, y una se-
5 gunda salida 31 dotada de una válvula 32 se usa para descar-
gar agua de limpieza. La pared de extremo 25 de ambas cámaras
de separación se forma a partir de una placa de hierro fácil-
mente imanado relativamente masivo. Las cámaras de separación
21 y 22 se mueven desde una primera posición en la que una cá-
10 mara de separación está dentro de una zona en la que se esta-
blece un campo magnético de elevada intensidad a una segunda
posición en la que la otra cámara de separación está dentro de
esta zona por medio de una varilla 33 dotada de una cremallera
34 que coopera con un piñón 35 que puede moverse en cualquier
15 sentido por medios de accionamiento (no mostrados), por ejem-
plo un motor eléctrico. El campo magnético de elevada intensi-
dad se establece por medio de un montaje de electroimán refri-
gerado.

La bobina de electroimán 36 comprende un conductor,
20 hecho por ejemplo de una aleación de niobio y estaño, titanio
o galio o una aleación de vanadio y galio, que es superconduc-
tor a la temperatura de helio líquido. La bobina 36 se encie-
rra en una camisa de cuatro paredes, teniendo ambas superficies
de cada pared una superficie de reflexión de radiación. Una
25 primera cámara anular 37 formada entre las paredes primera y
segunda contiene helio líquido; una segunda cámara anular 40,
coaxial con la primera cámara 37 se forma entre las paredes se-
gunda y tercera y contiene nitrógeno líquido (o aire líquido);
y una tercera cámara 43, formada entre las paredes segunda, ter-
30 cera y cuarta, rodea completamente las cámaras primera y se-

1 gunda y se avacúa. La primera cámara anular 37 está dotada de
un conducto de entrada 38 y un respiradero 39, la segunda cá-
mara anular 40 está dotada de un conducto de entrada 41 y un
respiradero 42 y la tercera cámara se evacúa via una válvula 44
5 que comunica con una bomba de vacío adecuada (no mostrada).

Se facilitan corazas de hierro fácilmente imanado cir-
culares 45 y 46, una sobre cada lado del montaje de electroi-
mán refrigerado y cada una tiene un agujero circular central de
tal diámetro que las cámaras de separación 21 y 22 se desliza-
10 rán precisamente a través del agujero. Las corazas 5 y 6 se co-
locan de tal forma que, cuando una cámara de separación está
dentro de la zona del campo magnético de elevada intensidad, la
pared de extremo de hierro fácilmente imanado 25 de la otra
cámara de separación es coplanar con una de las dos corazas de
15 hierro. Las corazas de hierro fácilmente imanado 45 y 46 y las
paredes de extremo de cámara de separación 25 sirven para pro-
teger las cámaras de separación 21 y 22 del campo magnético
intenso cuando las cámaras de separación están en la posición
en la que la empaquetadura se desimana sustancialmente, y adi-
20 cionalmente sirven para disminuir las fuerzas sobre el montaje
de electroimán refrigerado cuando una cámara de separación se
aleja de la zona de campo magnético intenso. El montaje de elec-
troimán refrigerado es de construcción relativamente ligera y
puede torcerse por fuerzas grandes. Las fuerzas que actúan so-
25 bre el montaje se equilibran ampliamente asegurando que, quan-
do una cámara de separación se retira de la zona de intensidad
de campo magnético elevada, la otra cámara de separación entra
en la zona. Las corazas de hierro fácilmente imanado 45 y 46
se montan rígidamente por medio de una pluralidad de varillas
30 roscadas 47. Bobinas de desimanación 48 y 49, de forma cilíndri-

1 ca y que tienen un diámetro un poco mayor que el de las cámaras de separación, se facilitan adyacentes a las corazas de hierro imanado 25 sobre el lado apartado del montaje de electroimán refrigerado. Una corriente alterna que se reduce constantemente a cero puede aplicarse a las bobinas de desimanación 5 desde un suministro adecuado (no mostrado).

MODO DE FUNCIONAMIENTO DE LA INVENCION

En el funcionamiento del aparato ilustrado en la figura 1, la bobina de electroimán se excita y el helio líquido 10 en el espacio entre las paredes primera y segunda asegura que la temperatura de la bobina se mantenga en la gama de temperatura en la que prevalecen las condiciones de superconductividad. La suspensión acuosa que preferiblemente se desflocula se alimenta continuamente a la cámara 2 mientras está dentro de la 15 perforación cilíndrica. Después de un periodo predeterminado que se regula por el tiempo que se ha encontrado por experimento que transcurre antes de que los pasos a través de la empaquetadura se obstruyan apreciablemente con partículas de impurezas magnéticas, el suministro de suspensión de alimentación 20 a la cámara 2 se interrumpe y las posiciones de las dos cámaras de separación se cambian para llevar la cámara 1 a la perforación cilíndrica mientras que se desplaza la cámara 2 a una posición sustancialmente fuera del campo magnético. La cámara 1 se conecta al suministro de suspensión de alimentación y la cámara 25 se conecta a una fuente de agua limpia a elevada presión que limpia las impurezas magnéticas. El agua limpia se pasa preferiblemente a través de la cámara en la dirección opuesta a la dirección de paso de suspensión de alimentación.

En el funcionamiento del aparato ilustrado en la figura 2, un campo magnético de elevada intensidad se mantiene 30

1 continuamente en la perforación cilíndrica del montaje de electroimán refrigerado. La cámara de separación 21 se muestra dentro de la zona del campo magnético de elevada intensidad y la cámara de separación 22 está en una de las dos posiciones para
5 desimanar y limpiar la empaquetadura. La suspensión de alimentación que preferiblemente se desflocula fluye desde un primer recipiente 50 a través de una válvula 51 y un conducto 52 que incluye una porción flexible 53 a un conducto de alimentación 29 de la cámara de separación 21. La suspensión de producto
10 que tiene un contenido reducido de impurezas magnéticas comparada con la suspensión de alimentación sale de la cámara de separación 21 a través de la salida 30 y un conducto flexible 54 y fluye a través de una válvula 55 y un conducto 56 a un primer recipiente de depósito 57 para el producto. Después de un
15 periodo predeterminado que se ha encontrado por experimento que transcurre antes de que los pasos a través de la empaquetadura se obstruyan apreciablemente con partículas de impurezas magnéticas, las válvulas 51 y 55 se cierran y se permite que agua de enjuague de baja presión fluya desde un segundo recipiente
20 58 a través de una válvula 59 y así al conducto de alimentación 29 de la cámara de separación 21. Una suspensión diluida de partículas no magnéticas arrastradas físicamente fluye a través del conducto flexible 54, una válvula 60 y un conducto 61 a un segundo recipiente de depósito 62 por una fracción "intermedia".
25 Las válvulas 59 y 60 se cierran entonces y el piñón 35 se hace girar para mover la cámara de separación 22 a la zona del campo magnético de elevada intensidad y la cámara de separación 21 a la bobina de desimanación 48. Agua de limpieza a elevada presión fluye desde un tercer recipiente 63 a través de un conducto
30 to 64 y una válvula 65 al conducto flexible 54, y una suspen-

1 sión de partículas magnéticas se descarga a través de un con-
ducto 31 y una válvula 32 a un embudo 66, desde donde fluye a
través de un conducto 67 a un tercer recipiente de depósito 68
para la fracción magnética. De esta forma la empaquetadura de
5 la cámara de separación se limpia en una dirección opuesta a
la del flujo de suspensión de alimentación y agua de lavado.
Un segundo embudo 69 se facilita para recibir la fracción mag-
nética desde la cámara de separación 22 cuando se coloca den-
tro de la bobina de desimanación 49. La empaquetadura se lim-
10 pia simultáneamente con agua y se desimana sustancialmente su-
ministrando a la bobina de desimanación 48 una corriente alter-
na que gradualmente se reduce a cero. Mientras tanto suspensión
de alimentación se suministra a la cámara de separación 22 a
través de una válvula 70 y un conducto 71 que incluye una por-
15 ción flexible 72. La suspensión de producto sale de la cámara
de separación 22 a través de una salida 30 y un conducto flexi-
ble 73 y fluye a través de una válvula 74 y un conducto 75 al
primer recipiente de depósito 57. Agua de enjuague se suminis-
tra a la cámara de separación 22 a través de una válvula 76 y
20 la fracción "intermedia" fluye a través de una válvula 77 y un
conducto 78 al segundo recipiente de depósito 62. Cuando la
cámara de separación 22 está en la bobina de desimanación 49,
se suministra agua de limpieza de elevada presión a través de
un conducto 79 y una válvula 80. Un respiradero de aire que in-
25 cluye una válvula se facilita en el punto más elevado de cada
una de las dos cámaras de separación 21 y 22 para permitir el
escape de cualquier aire que entre en las cámaras de separación
con la suspensión de alimentación o agua de lavado.

El volumen de suspensión de alimentación pasado a
30 través de la cámara de separación antes de apartar la cámara

1 de separación de la zona de campo magnético de elevada intensi-
dad no sería generalmente mayor que quince veces el volumen de
la cámara de separación, y el volumen de agua de enjuague esta-
ría generalmente en la proporción de desde dos a cinco veces
5 el volumen de la cámara de separación. La cámara de separación
se limpiaría generalmente con agua a elevada presión durante
aproximadamente uno a aproximadamente cinco minutos.

La bobina de electroimán no está dotada de un basti-
dor de retorno porque se ha encontrado que la intensidad de
10 campo magnético obtenible en la perforación cilíndrica cuando
la bobina está en su condición superconductora es suficiente,
sin usar un bastidor de retorno, para separar con éxito impu-
rezas que tienen una susceptibilidad magnética tan baja como
 8×10^{-5} (en unidades SI) de una suspensión acuosa. Como no
15 se usa bastidor de retorno es posible usar dos cámaras de sepa-
ración y desplazarlas de forma que estén alternativamente den-
tro y fuera de la perforación cilíndrica. Así, no es necesario
repetidamente excitar y desexcitar la bobina de electroimán
(que, deberá recordarse, no es económica en el caso de una bo-
20 bina superconductora) para limpiar partículas magnéticas desde
la empaquetadura, y no hay necesidad de interrumpir la separa-
ción magnética para realizar la limpieza.

En una forma modificada de aparato las cámaras pue-
den montarse sobre una barra o rueda rotativa que se usa para
25 mover las cámaras en un recorrido circular, siempre en el mis-
mo sentido.

En vez de usar lana de hierro o acero para el mate-
rial de empaquetadura, pueden usarse esferas, gránulos, lima-
duras o partículas de una forma irregular, formados, por ejem-
30 plo, por la acción de una fresadora sobre un bloque de mate-

1 rial ferromagnético resistente a la corrosión. Del volumen to-
tal ocupado por una empaquetadura particulada, aproximadamen-
te 10% a 75%, y preferiblemente 30% a 70%, se ocupa por mate-
rial de empaquetadura sólido, siendo anulado el resto del volu-
5 men. Si la empaquetadura es una lana de hierro o acero o una
espuma de metal, aproximadamente 2% - 40% del volumen total se
ocupa por material de empaquetadura sólido, siendo anulado el
resto del volumen.

El pigmento de color claro sería generalmente caolí-
10 nita o una arcilla que comprende nacrita, dickita o halloysita;
pero otros pigmentos minerales también podrían tratarse.

La velocidad de flujo de la suspensión de alimenta-
ción es generalmente entre 30 cm/min y 1000 cm/min, y preferible-
mente no es mayor que 600 cm/min.

15 La invención se ilustra por los ejemplos siguientes:

Ejemplo 1

Una arcilla caolínica inglesa que tenía una distri-
bución de tamaño de partícula de tal forma que 43% por peso cons-
taba de partículas más pequeñas que 2 micrómetros de diámetro
20 esférico equivalente (d.e.e.) y 11% por peso constaba de par-
tículas más grandes que 10 micrómetros de diámetro esférico
equivalente, una reflectancia inicial a luz violeta de longitud
de onda de 458 nm de 84,8% (óxido de magnesio = 100%) y un con-
tenido de hierro inicial de 0,80% por peso de Fe_2O_3 se mezcló
25 con agua que contenía un agente dispersante para formar una
suspensión completamente desfloculada que tenía una gravedad
específica de 1,100 (es decir, la suspensión contenía aproxi-
madamente 18% por peso de sólidos).

Muestras de esta suspensión se pasaron a través de
30 un separador magnético convencional que funcionaba a una inten-

1 sidad de campo magnético de 15.000 gaussios y que tenía un bas-
tador de retorno de hierro masivo y una única cámara de sepa-
ración fija, y un separador magnético superconductor según la
invención que funcionaba a una intensidad de campo magnético
5 de 50.000 gaussios y que tenía dos cámaras de separación movi-
bles y ningún bastidor de retorno.

En cada caso las cámaras de separación tenían una
longitud de 50,5 cm y un diámetro de 3,5 cm y se empaquetaron
con lana de hierro inoxidable a un vaciamiento de 95% por vo-
10 lumen.

La composición del hierro inoxidable puede ser, por
ejemplo:

	<u>Elemento</u>	<u>% por peso</u>
	Carbono	0,04 - 1,20
15	Silicio	0,0 - 1,0
	Manganeso	0,0 - 1,5
	Cromo	4,0 - 27,0
	Molibdeno	0,0 - 1,6
	Niquel	0,0 - 2,5
20	Hierro	equilibrio

Las condiciones de funcionamiento para cada separa-
dor magnético se eligieron para dar beneficios sustancialmente
idénticos de la suspensión de alimentación y las velocidades
de flujo de la suspensión de alimentación se compararon. Los
25 resultados se exponen en la siguiente tabla 1:

Tabla 1

	% por peso de partículas más pequeñas que 2 μm d.e.e.	% por peso de partículas más grandes que 10 μm	% por peso Fe ₂ O ₃	% reflectancia a luz de 458 nm de longitud de onda	% por peso recuperación de producto	velocidad de alimentación cm/min.
1						
5	Separador magnético convencional 46	9	0,54	87,8	88	63
10	Separador magnético superconductor 44	11	0,54	88,0	86	254
15						
20						
25						

1

Tabla 1

	% por peso de partículas más peque- ñas que 2 μm d.e.e.		más grandes que 10 μm d.e.e.	% por peso Fe_2O_3	% reflectanci a luz de 458 nm de longitu de onda
5	Separador magnético convencional	46	9	0,54	87,8
10	Separador magnético superconductor	44	11	0,54	88,0

15

20

25

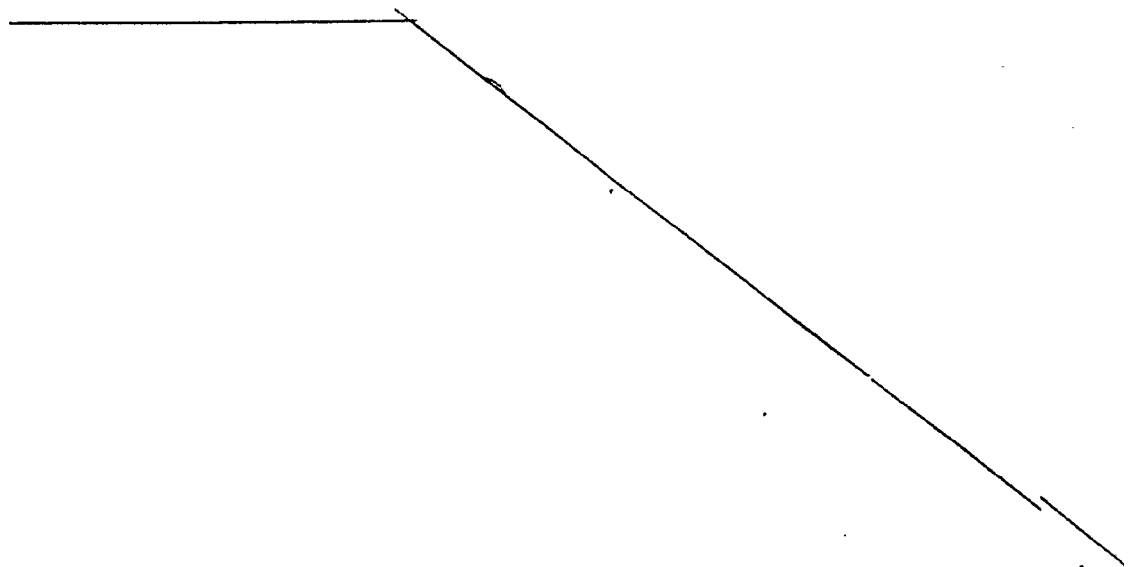
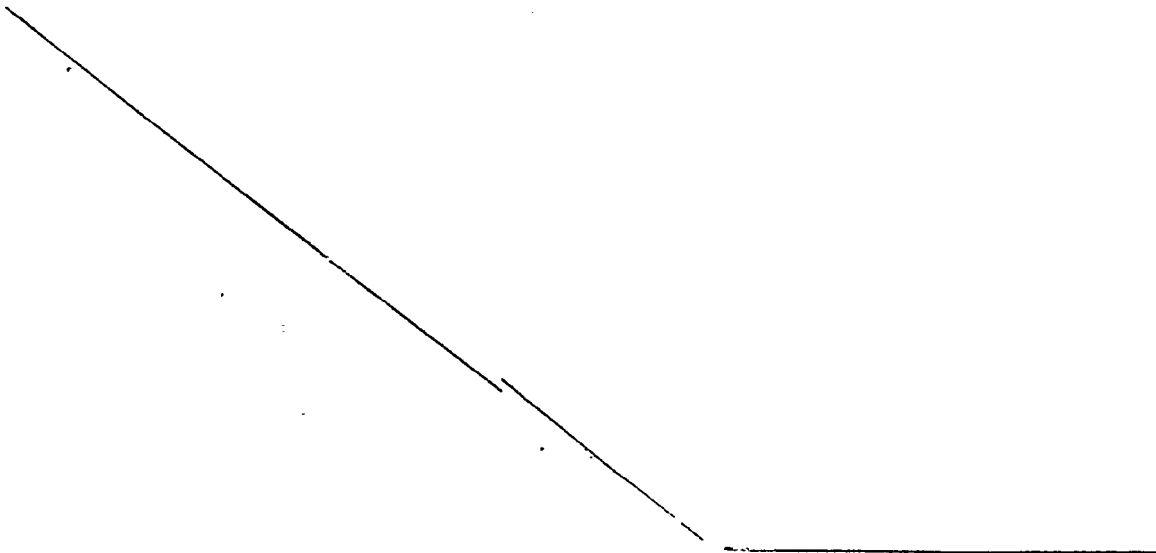


Tabla 1

ul andes) μm	% por peso Fe_2O_3	% reflectancia a luz de 458 nm de longitud de onda	% por peso recupera- ción de producto	velocidad de alimenta- ción cm/min.
	0,54	87,8	88	63
	0,54	88,0	86	254



1 rador magnético convencional. El tiempo no productivo en el caso del separador magnético superconductor fue 39,4% del tiempo total.

5 La velocidad de producción de caolín beneficiado seco en el caso del separador magnético convencional fue 2,8 kg/hora y en el caso del separador magnético superconductor según la invención fue 11,6 kg/hora.

Ejemplo 2

10 Una arcilla caolínica inglesa que tenía una distribución de tamaño de partícula de forma que 45% por peso constaba de partículas más pequeñas que 2 micrómetros de diámetro esférico equivalente y 14% por peso constaba de partículas más grandes que 10 micrómetros de diámetro esférico equivalente, una reflectancia inicial a luz violeta de longitud de onda de 458 mμ de 84,8% y un contenido de hierro inicial de 0,85% por peso de Fe_2O_3 se mezcló con agua que contenía un agente dispersante para formar una suspensión completamente desfloculada que tenía una gravedad específica de 1,078 (es decir, la suspensión contenía aproximadamente 12% por peso de sólidos).

20 Muestras de esta suspensión se hicieron pasar a través de un separador magnético superconductor que tenía una única cámara de separación fija, y

un separador magnético superconductor según la invención que tenía dos cámaras de separación movibles.

25 En cada caso las cámaras de separación tenían una longitud de 50,5 cm y un diámetro de 3,5 cm y se empaquetaron con lana de hierro inoxidable a un vaciamiento de 94,9% por volumen.

La intensidad de campo magnético en cada caso fue 30.000 gaussios. En cada caso la suspensión de alimentación se hizo pasar a través de la cámara de separación a una velocidad

30

1 de 145,5 cm/min o 1330 cc/min y el volumen total de suspensión
de alimentación atravesado era igual a diez veces el volumen de
la cámara de separación. El beneficio de la arcilla fue el mis-
mo en cada caso y los resultados se exponen en la siguiente
5 tabla III:

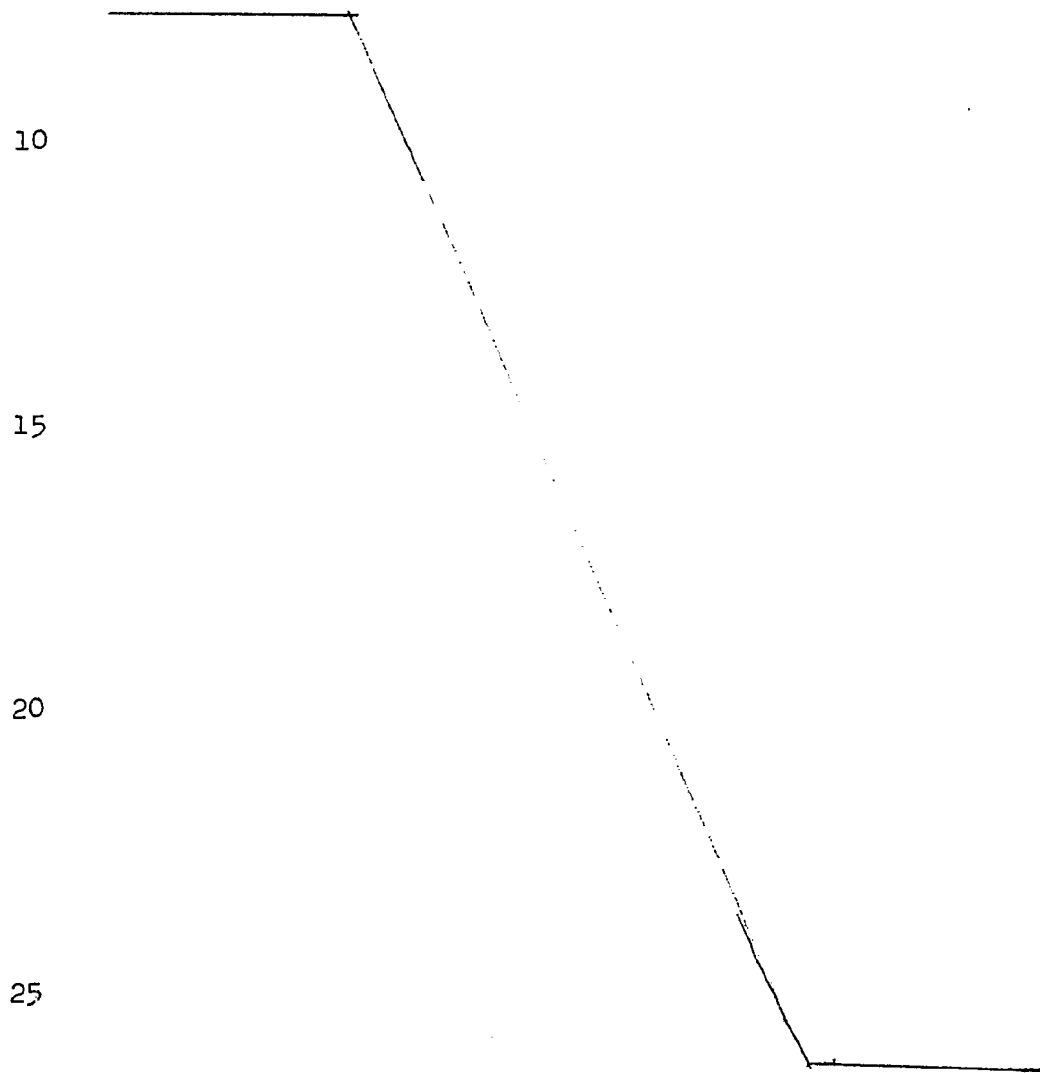


Tabla III

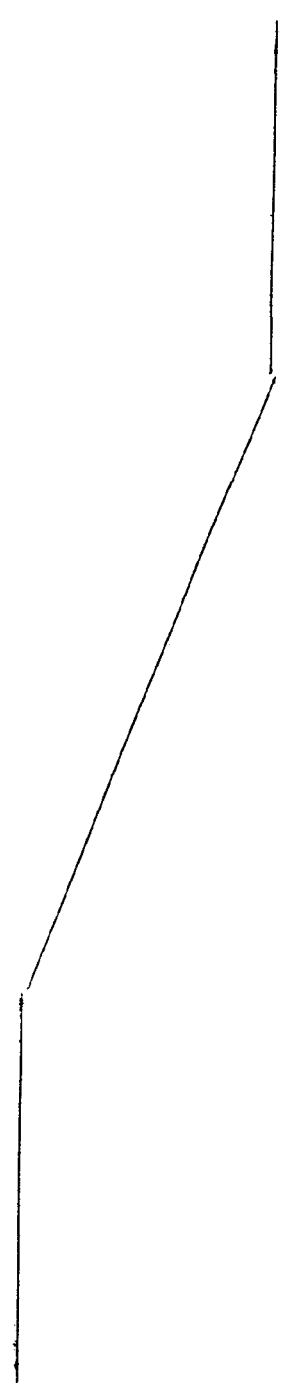
	% por peso de partículas		% por peso Fe_2O_3		% reflectancia a luz de 458 nm de longitud de onda		% por peso recuperación de producto
	más pequeñas que 2 μm d.e.e.	más grandes que 10 μm d.e.e.	45	14	84,8	87,9	-
1							
5	Alimentación		0,85				
	Producto		0,56	10			90

10

15

20

25



1

Tabla III

	% por peso de partículas		% por peso	% refle	
	más peque-	más grandes	Fe ₂ O ₃	a lu	
	ñas que	que 10		nm de l	
	2 μm d.e.e.	μm d.e.e.		de onda	
5	Alimentación	45	14	0,85	84,
	Producto	46	10	0,56	87,

10

15

20

25

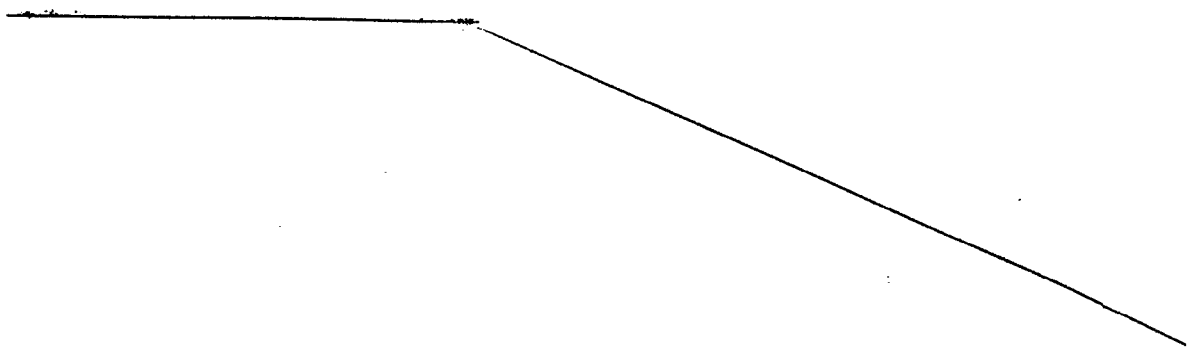
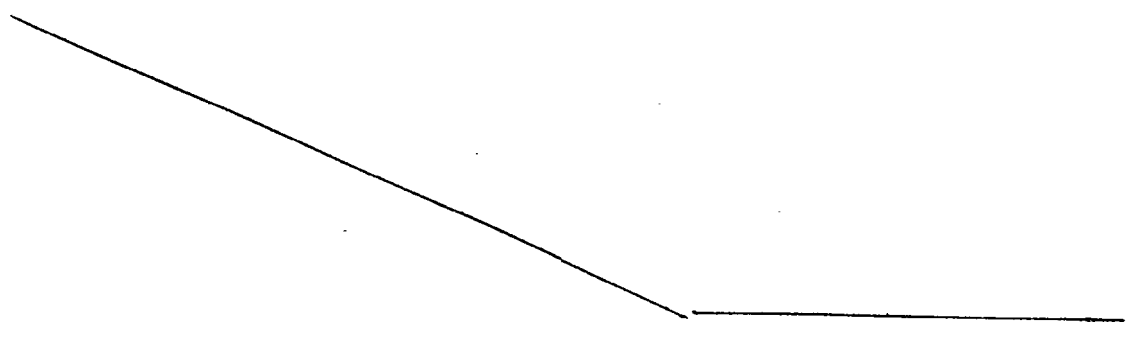


Tabla III

artículas s grandes e 10 d.e.e.	% por peso Fe_2O_3	% reflectancia a luz de 458 nm de longitud de onda	% por peso recuperación de producto
14	0,85	84,8	-
10	0,56	87,9	90



1 El tiempo empleado para las fases individuales en los ciclos de funcionamiento se da en la siguiente tabla IV expresado como porcentajes del tiempo empleado para un ciclo completo:

5 Tabla IV
Separador magnético superconductor
con
1 cámara de sepa- 2 cámaras de sepa-
ración ración

10	Tiempo de alimentación	54,6%	64,8%
	Tiempo de enjuague	21,8%	25,9%
	Tiempo de limpieza	23,6%	-
	Tiempo para mover las cámaras de separación	-	9,3%

15 El tiempo no productivo fue por tanto 45,4% en el caso del separador con una cámara pero sólo 35,2% en el caso del separador con dos cámaras. La velocidad de producción por caolín beneficiado seco en el caso del separador con una cámara fue 4,89 kg/hora y en el caso del separador con dos cámaras
20 fue 5,80 kg/hora.

El tiempo de presencia de la suspensión de alimentación en la cámara de separación será generalmente entre 3 segundos y 2 minutos y, más preferiblemente, será entre 5 segundos y 25 segundos.

25 Será evidente para los expertos en la materia que muchos cambios pueden hacerse al aparato aquí descrito sin apartarse del alcance de la invención.

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

1

REIVINDICACIONES

1. Un método y su correspondiente aparato para separar partículas magnetizables de un fluido en el que están suspendidas, cuyo método comprende

5 (a) establecer un campo magnético de elevada intensidad en una primera zona;

(b) pasar una cantidad de dicho fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo a través de una primera cámara de separación que contiene material de empaquetadura magnetizable y dispuesta dentro de la primera zona, de forma que las partículas magnetizables se magneticen por el campo magnético y sean atraídas al material de empaquetadura;

10 (c) sacar la primera cámara de separación de la primera zona e introducirla a una segunda zona e introducir una segunda cámara de separación que contiene material de empaquetadura magnetizable en la primera zona;

(d) separar las partículas magnetizables atraídas al material de empaquetadura de la primera cámara de separación dentro de la segunda zona; y

20 (e) simultáneamente con (d), pasar más cantidad de dicho fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo a través de dicha segunda cámara de separación dentro de la primera zona, de forma que las partículas magnetizables se magneticen por el campo magnético y sean atraídas al material de empaquetadura;

25 manteniéndose continuamente el campo magnético de elevada intensidad en la primera zona desde (b) hasta (e).

2. Un método como se reivindica en la reivindicación 1, cuyo método comprende adicionalmente:

(1) sacar la segunda cámara de separación de la primera zona e introducirla en una tercera zona e introducir la

30

1 primera cámara de separación en la primera zona; y

(2) separar las partículas magnetizables atraídas al material de empaquetadura de la segunda cámara de separación dentro de la tercera zona;

5 manteniéndose continuamente el campo magnético de elevada intensidad en la primera zona del principio al fin de (1) y (2) así como desde (b) hasta (e).

3. Un método como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en el que el fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo es una suspensión de agua y material
10 sustancialmente no magnetizable, que tiene partículas magnetizables en el mismo.

4. Un método como se reivindica en la reivindicación 3, en el que la velocidad a la que la suspensión se pasa a
15 través de cada cámara de separación es al menos 30 cm/min.

5. Un método como se reivindica en la reivindicación 3 o 4, en el que la velocidad a la que la suspensión se pasa a través de cada cámara de separación no es mayor que 1.000 cm/min.

20 6. Un método como se reivindica en la reivindicación 5, en el que la velocidad a la que la suspensión se pasa a través de cada cámara de separación no es mayor que 600 cm/min.

7. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el tiempo de presencia
25 de la suspensión en la primera zona es entre aproximadamente 3 segundos y aproximadamente 2 minutos.

8. Un método como se reivindica en la reivindicación 7, en el que el tiempo de presencia de la suspensión en la primera zona es entre aproximadamente 5 segundos y aproxima-
30 damente 25 segundos.

1 9. Un método como se reivindica en cualquier reivin-
dicación precedente, en el que el campo magnético aplicado
tiene una intensidad de al menos 30.000 gaussios.

5 10. Un método como se reivindica en cualquier reivin-
dicación precedente, en el que las partículas magnetizables
se separan de la primera cámara de separación dentro de la
segunda zona por limpieza con un fluido.

10 11. Un método como se reivindica en cualquier reivin-
dicación precedente, en el que las partículas magnetizables
se separan de la primera cámara de separación dentro de la
segunda zona reduciendo el magnetismo residual del material
de empaquetadura y limpiando con un fluido.

15 12. Un método como se reivindica en la reivindicación
3 o en cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11 cuando de-
penden de la reivindicación 3, en el que la suspensión se
desflocula antes de pasarse a través de una cámara de separa-
ción.

20 13. Aparato para llevar a cabo el método de las reivin-
dicaciones 1 a 12, caracterizado porque dicho aparato compren-
de:

(a) medios de electroimán superconductores para esta-
blecer un campo magnético continuo de elevada intensidad
en una primera zona cuando se usa el aparato;

(b) una pluralidad de cámaras de separación;

25 (c) dos aberturas facilitas en cada una de dichas
cámaras de separación para permitir que entre y salga fluido
de las cámaras de separación;

(d) un material de empaquetadura poroso y magnetizable
facilitado en cada una de las cámaras de separación;

30 (e) medios para introducir a, y sacar de, la primera
zona dichas cámaras de separación una cada vez, mientras el

1 campo magnético se mantiene continuamente en la primera zona;

(f) medios para pasar fluido que tiene partículas magnetizables suspendidas en el mismo a través de una cámara de separación, cuando dicha cámara de separación se coloca dentro de la primera zona, por medio de una de las dos aberturas facilitadas en la misma, de forma que las partículas magnetizables se magnetizan por el campo magnético de elevada intensidad y sean atraídas al material de empaquetadura dentro de dicha cámara de separación, mientras el fluido pasa a través del material de empaquetadura y sale a través de la otra abertura en la cámara de separación; y

(g) medios de separación para separar las partículas magnetizables atraídas al material de empaquetadura dentro de una cámara de separación, cuando dicha cámara de separación se coloca en una segunda zona alejada de dicha primera zona.

14. Aparato como se reivindica en la reivindicación 13, en el que los medios de electroimán superconductores incluyen una bobina de electroimán que comprende un conductor hecho a partir de una aleación de niobio y titanio y que es superconductor a la temperatura de helio líquido.

15. Aparato como se reivindica en la reivindicación 13 o 14, en el que dicha pluralidad es dos.

16. Aparato como se reivindica en la reivindicación 13, 14 o 15, en el que cada cámara de separación tiene simetría axial, y las cámaras de separación se alinean axialmente y se unen, de forma que puedan moverse por medios acoplados a una de las cámaras de separación.

17. Aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que los medios para mover las cámaras de separación comprenden un piñón que coopera con una

1 cremallera acoplada a una de las cámaras de separación.

18. Aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en el que los medios de separación incluyen medios de limpieza para limpiar un fluido a través
5 de cada cámara de separación dentro de la(s) zona(s) alejada(s).

19. Aparato como se reivindica en la reivindicación 18, en el que los medios de separación también incluyen medios de desimánación magnética colocados en la(s) zona(s) alejada(s) para reducir el magnetismo residual del material de empaqueta-
10 dura dentro de cada cámara de separación antes de la limpieza con un fluido.

20. Aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, en el que cada cámara de separación está dotada de dos aberturas en un extremo de la misma, una
15 de cuyas aberturas se conecta a un conducto que se extiende al extremo de la cámara que está alejado de las aberturas, por lo que puede entrar fluido a la cámara en un extremo y salir de la cámara en el mismo extremo después de pasar a través del material de empaquetadura poroso.

21. Aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 20, en el que el material de empaquetadura comprende una lana de acero inoxidable.

22. Aparato como se reivindica en la reivindicación 21, en el que aproximadamente 2% a 40% del volumen total ocupado por el material de empaquetadura se ocupa por el acero
25 inoxidable, siendo anulado el resto del volumen.

23. Aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 20, en el que el material de empaquetadura es particulado.

30 24. Aparato como se reivindica en la reivindicación

1 23, en el que aproximadamente 10% a 75% del volumen total ocu-
pado por el material de empaquetadura se acupa por partículas,
siendo anulado el resto del volumen.

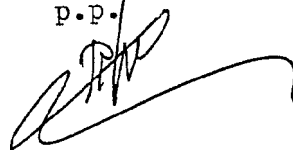
5 25. Se reivindica por último como objeto sobre el que
ha de recaer la patente de invención que se solicita: UN ME
TODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA SEPARAR PARTICULAS
MAGNETIZABLES DE UN FLUIDO EN EL QUE ESTAN SUSPENSIDAS.

10 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la pre-
sente memoria descriptiva que consta de veintinueve páginas
mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid. 5 de Enero de 1975

BERNARDO UNGRIA

P.P.



15

20

25

30

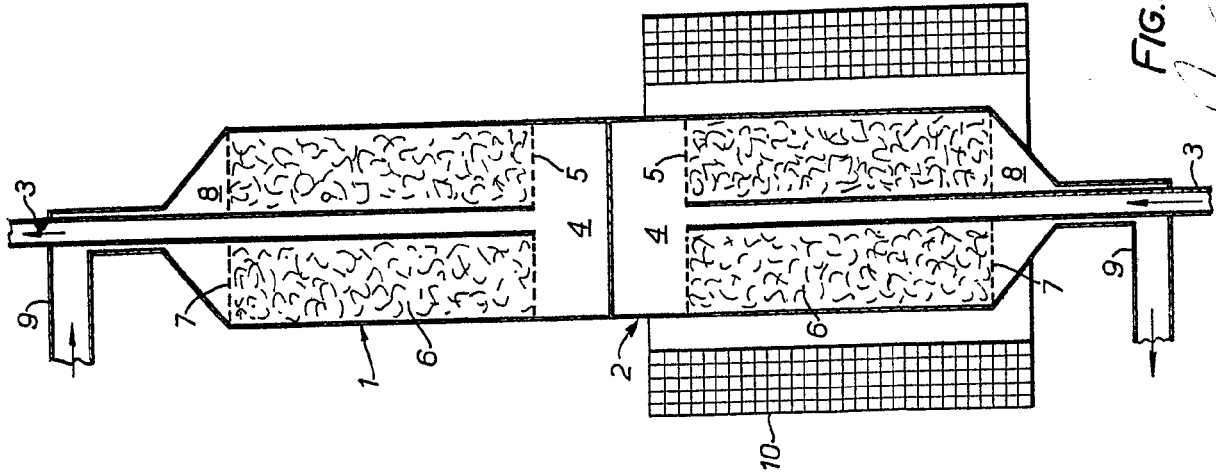


FIG. 1.

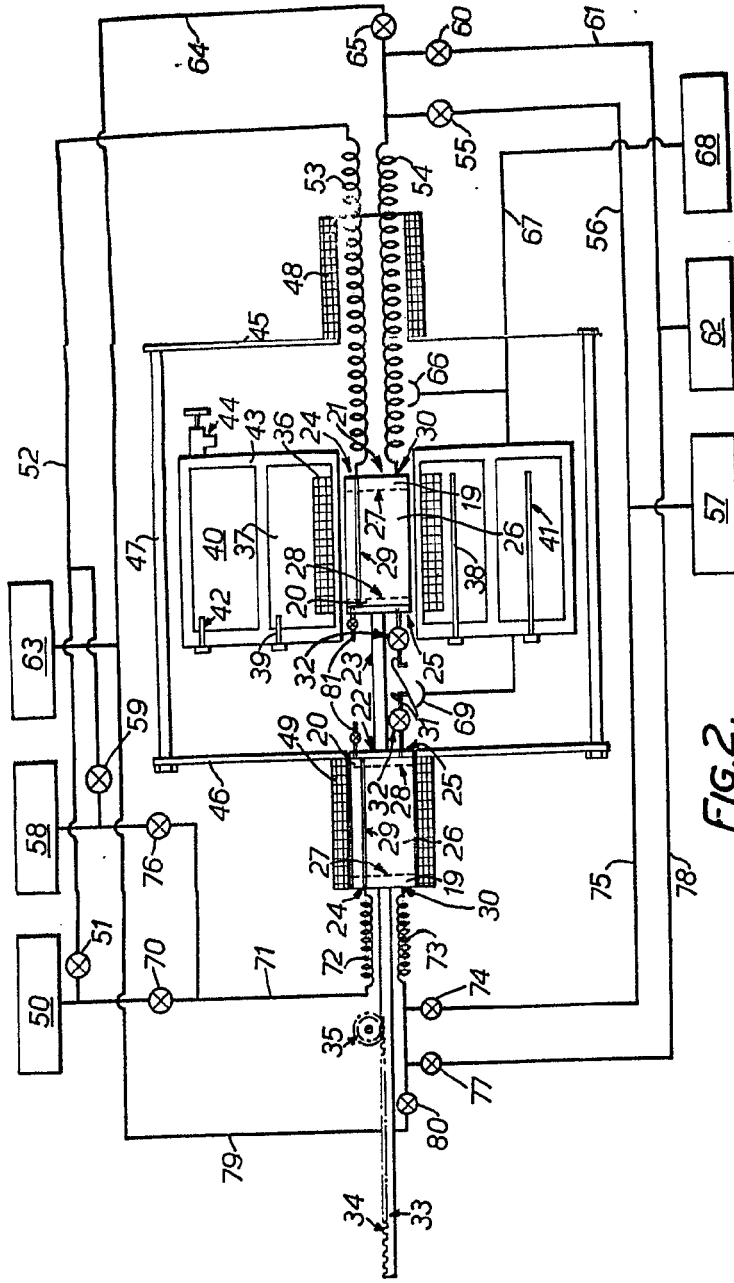


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE
 Madrid, B. de Patentes 1975
 BERNARDO UNGRIA
 P. P.

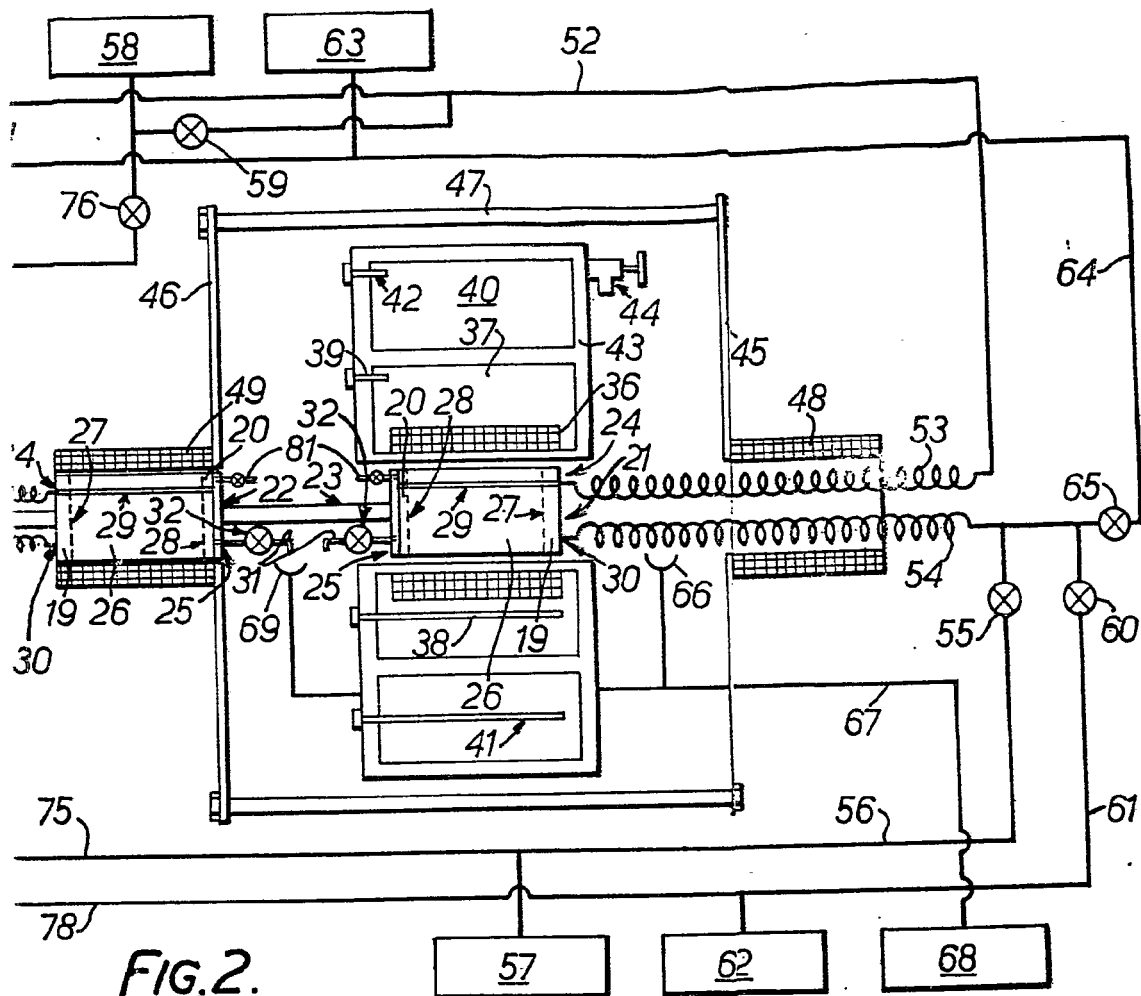


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 8 de Enero de 1975

BERNARDO UNGRIA

P.P.