

(18) ES (11) (21) (22)	NUMERO 296137	(16) Y
	FECHA DE PRESENTACION 13-6-85	



ESPAÑA

**MODELO DE UTILIDAD**

16 DIC. 1987

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 84-09.333	(32) FECHA 14-6-84	(33) PAIS FR
---	-----------------------	-----------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL Bol D3/00, Bol J <sup>10</sup> /00
--------------------------	--

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN "DISPOSITIVO DE GUARNICION PARA FAVORECER EL CONTACTO ENTRE MEDIOS O REACTIVOS, APLICABLE PARTICULARMENTE A LA DEPURACION DE AGUAS INDUSTRIALES O RESIDUALES, EN LA FERMENTACION ALCOHOLICA"
---

(71) SOLICITANTE (S) INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE CHIMIQUE APPLIQUEE (MTC/EP 93.181)
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 18 bis, boulevard de la Bastille, 75012 PARIS, Francia
---

(72) INVENTOR (ES) Chong-Hua Zhang, Gérard Mavel y François Meyer
--

(73) TITULAR (ES)
-------------------

(74) REPRESENTANTE D. OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.- 90.132)
--

La presente invención concierne a un dispositivo de relleno que presenta una gran superficie específica con relación a su volumen aparente, esencialmente caracterizado porque está constituido por una pluralidad de hebras, de hilos, de filamentos, de cintillas, reunidos por su centro de manera que constituyan un flotador, un tufo o copo, una borla, un pompón o madroño, o un elemento análogo, siendo cada una de estas hebras, hilos, filamentos o cintillas libres de cualquier movimiento con relación a un punto mantenido él mismo fijo, de manera que pueda "flotar" o "nadar" fácilmente en cualquier medio fluido (líquido o gaseoso) en el que se sumergen aquéllos.

La invención concierne igualmente a las aplicaciones de un material como este para favorecer el contacto en fase heterogénea entre medios o reactivos que implican fenómenos físicos y/o biológicos y/o bioquímicos.

En los campos que entrañan tales fenómenos se recurre corrientemente a elementos introducidos en el medio de reacción para favorecer los intercambios o las reacciones entre los reactivos puestos en presencia uno de otro. Estos elementos pueden presentarse en formas diferentes y, en general, se denominan "elementos de relleno". Una de las características buscadas para tales elementos es la superficie específica o superficie de contacto, que debe ser lo más grande posible, de manera que aumente, con relación a la unidad de volumen, el grado de intercambio o de reacción entre los cuerpos o las sustancias puestas unas en presencia de otras, al tiempo que perjudican lo menos posible las transferencias de masa y/o de calor.

Esto explica las diversas formas que se han dado

a estos elementos de relleno, tales como formas de anillos, de silletas, de tubos alveolados, de placas estampadas en relieve, de hojas onduladas, de bolas, etc.

Estos elementos pueden realizarse a partir de la sustancia que sirve ella misma de catalizador y/o de reactivo, o a partir de una sustancia destinada a constituir un soporte para dicho catalizador y/o reactivo.

Así, por ejemplo, se ha asistido en el curso de los últimos años al desarrollo de elementos de relleno constituidos por resinas en forma de bolas, de granos o de membranas, sobre los que están depositadas o injertadas las sustancias catalíticas o reactivas. En forma de bolas o de granos, estos elementos de relleno se utilizan con la mayor frecuencia en reactores de lechos fijos o fluidizados. Se conocen los límites de empleo de los lechos fijos, debidos, entre otras cosas, a una importante pérdida de carga, a una tendencia al estancamiento y a fenómenos análogos, así como los límites de empleo de los lechos fluidizados, debidos, entre otras cosas, a la necesidad de una regulación relativamente muy precisa de los parámetros hidrodinámicos, a la pérdida del material de soporte por arrastre, y a fenómenos análogos.

Igualmente, se ha asistido estos últimos años a la utilización, como elementos de relleno o elementos de soporte, de fibras, textiles o no textiles, de los que se sirve uno en forma de borra que se dispone en un reactor. Si bien estos elementos han aportado un cierto perfeccionamiento con relación a los elementos conocidos anteriormente, los inconvenientes debidos a las pérdidas de carga, al estancamiento y a otros fenómenos, no se han eliminado en-

teramente. Lo mismo ocurre con los elementos de relleno que pueden presentarse en forma de placas o de marcos, sobre los que están aplicados o tendidos trozos del tipo de tejido, tela, tamiz, redes, rejillas. En este caso, se encuentra uno igualmente los fenómenos y los inconvenientes evocados anteriormente.

Se conocen también, en el campo de la depuración de aguas, materiales de relleno constituidos por velos de hojas; igualmente se ha intentado en este campo reemplazar estos velos por superficies onduladas como se describe en la patente francesa 2.005.155, ó incluso aumentar la superficie de contacto, reemplazando las hojas por haces de fibras ó de bandas, como en la patente de EE.UU. 4.088.571, que utiliza soportes verticales, cuya superficie está activada con sílice coloidal, que cuelgan libremente en el aparato de purificación, o en la patente de EE.UU. 4.219.420, que se refiere a un filtro provisto de ramilletes de fibras largas que tienen una dirección preferente que se mantiene durante toda la operación.

Todos estos materiales de relleno están realizados con una finalidad particular; se trata de llenar un percolador o un lecho bacteriano con circulación; las bandas u hojas o fibras utilizadas tienen siempre una orientación preferente, que es la del paso del flujo del líquido.

Igualmente, la patente europea 0.056.083 concierne a un material de relleno para lecho no sumergido, constituido por bandas flexibles dispuestas de manera desordenada en haces. Estas bandas son de gran longitud (varios metros) y sus extremidades libres llegan preferentemente hasta el fondo del filtro. Una de las ventajas de un dis-

positivo como este es que permite una relación superficie/  
volumen ajustable, haciendo variar el número de haces o la  
forma y la sección de las bandas, pero, aquí otra vez, se  
trata de un material de relleno destinado a un lecho no su-  
mergido; incluso si las bandas son flexibles, estas no pue-  
den flotar en el medio, porque hay un paso de fluido a lo  
largo de estas bandas, en una dirección privilegiada. Adé-  
más, si para otra utilización se tratara de hacer flotar  
las bandas, éstas llegarían necesariamente a enmarañarse  
unas con las otras.

La idea de utilizar bandas largas como substra-  
to para el filtro biológico se deduce igualmente de la pa-  
tente francesa 2.421.146. La parte esencial del material  
de relleno está constituida por "bandas" alargadas; pero  
estas bandas tienen "superficies" particulares, pudiendo  
entre otras cosas, llevar una especie de "pétalos" que es-  
tán fijados a ellas de manera flexible. La banda está sus-  
pendida en el medio y puede desplazarse de éste, así como  
las "superficies" que se han añadido a ella; esta puede in-  
cluso estar lastrada. Por lo tanto, en esta patente se en-  
cuentra la noción de soportes que flotan en el medio, que  
tienen como finalidad favorecer las variaciones del flujo  
hidráulico en el interior del filtro biológico, con vistas  
a reducir las zonas "muertas" en el reactor.

La solicitante, por el contrario, ha tratado de  
desarrollar un soporte que no aporte tales variaciones.

Además, se conocen dispositivos de filtración,  
tales como los que se presentan en la patente de EE.UU.  
4.167.482, que contienen ramilletes de fibras, cortas o  
largas, susceptibles de apilarse, enmarañarse contra un so-

5  
10  
15  
20  
25

porte al que están fijadas, durante la operación de filtración propiamente dicha, para retener las materias sólidas a filtrar y, por lo tanto, se utiliza la aptitud de flotar para desembarazarlas de los sólidos retenidos, mediante un lavado en contracorriente.

Ninguno de los materiales de relleno citados en lo que antecede lleva asociada una gran superficie específica que permita favorecer los intercambios, un gran grado de vacío que permita una modificación mínima del régimen hidráulico, ni una estructura destinada a limitar los riesgos de obturación.

La presente invención se propone, por consiguiente, proporcionar un nuevo material de relleno, caracterizado esencialmente por el hecho de que está constituido por una pluralidad de hebras, hilos, filamentos, cintillas, reunidos por un punto mantenido él mismo fijo, de manera que constituya un flotador, un tufo o copo, un pompón o mardroño, una borla o un elemento análogo, con una superficie específica controlable que pueda sobrepasar fácilmente los  $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$  de volumen aparente, estando cada una de estas hebras, hilos, filamentos o cintillas reunidos por su centro, libres de cualquier movimiento con relación a este punto, de manera que puedan "flotar" o "nadar" fácilmente, sin entremezclarse, en cualquier medio fluido (líquido o gaseoso) homogéneo o no, en el que aquellos estén sumergidos, con el fin de garantizar el mejor contacto entre ellos.

Los flotadores, tufos o pompones están fijados sobre un elemento común, flexible o rígido, que hace el oficio de "hilo de tender", de manera que mantenga una posición fija para cada pompón con relación a los pompones

vecinos, permitiendo al mismo tiempo que las hebras, hilos, filamentos o cintillas de estos pompones, "floten" o "naden" en el medio ambiente.

De manera ventajosa, la distancia que separa los puntos de fijación de los pompones sobre un mismo "hilo de tender" es por lo menos igual al radio medio de los pompones, de manera que las hebras individuales no puedan enmarañarse. Además, la distancia que separa a dos "hilos de tender" será por lo menos igual al diámetro medio de los pompones.

Los elementos de fijación pueden también formar parte de un conjunto plano, de una red tridimensional o de cualquier otro volumen geométrico apropiado.

Únicamente por un prurito de simplificación, lo que sigue de la presente descripción, se designará por "pompon" cualquier material según la invención que se presente en forma de flotador, de tufo, de borla o de un elemento análogo.

Según otra característica, las hebras, hilos, filamentos o cintillas son de un material inerte destinado a servir de soporte o también de zonas de fijación para las sustancias destinadas a servir de sustancias catalíticas, de puntos de intercambio o de agentes reactivos con relación a las sustancias o constituyentes presentes en el medio ambiente.

Según aún otra característica, las hebras, hilos, filamentos o cintillas son de un material que constituye él mismo un agente reactivo o un catalizador para los constituyentes presentes en el medio ambiente.

Otras características y ventajas de la invención

se deducirán más claramente de la descripción que sigue, realizada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 representa una serie de "pompones" vistos en planta, según la invención, sumergidos libremente en un medio fluido;

la figura 2 representa, visto en alzado, un ejemplo de montaje de los mismos "pompones" fijados a un sistema de "hilos de tender", y

la figura 3 representa un modo de realización posible de un montaje de "pompones" según la invención, en una red tridimensional,

la figura 4 representa un reactor de laboratorio utilizado para el tratamiento anaerobio de los efluentes orgánicos.

Haciendo referencia a estas figuras, el material según la presente invención se presenta en forma de una pluralidad de hebras, hilos, filamentos o cintillas, esquematizadas en (1), unidas entre sí por un punto (2) para formar un flotador, un tufo, un pompón, una borla o un elemento análogo, designado por la referencia general (3) y por la palabra "pompón".

Cuando un tal "pompón" se "sumerge" en un medio fluido esquematizado en (4), se concibe muy bien que cada una de estas hebras, hilos, filamentos o cintillas pueda "flotar" o "nadar" libremente en una corriente gaseosa o en un líquido (agitado o no). Se comprenderá entonces que según la naturaleza y/o las propiedades físicoquímicas de las hebras, hilos, filamentos o cintillas, estos "pompones" puedan servir de elementos de relleno con el fin de favorecer el contacto o los intercambios entre elementos presen-

tes en dicho medio (4). Así es como estas hebras, hilos, filamentos o cintillas podrán estar hechos de una sustancia inerte del tipo de los materiales plásticos sintéticos o naturales, de los materiales textiles sintéticos o naturales, bien sea habiendo ya fijado sobre ellos una sustancia activa desde el punto de vista físico o químico, tal como una sustancia adsorbente (actividad física) o una sustancia catalítica (actividad química o fisicoquímica), bien sea que sirvan de soporte a un agente reactivo en el curso de la reacción.

Igualmente, las hebras, hilos filamentos o cintillas (1), pueden estar constituidas ellas mismas por una sustancia con actividad fisicoquímica. Se citará por ejemplo, como material interesante, las fibras a base de metales, de carbono, de wolframio, de aluminio, de óxidos metálicos, etc.

Se puede uno servir directamente de estos "pompones" (3) para rellenar un reactor sin el riesgo de encontrar los fenómenos de obstrucción o estancamiento y con un mínimo de pérdida de carga, al contrario de lo que ocurre con otros materiales de relleno actualmente conocidos y que se han evocado anteriormente.

Igualmente, cada uno de estos "pompones" se puede "fijar" a un elemento (5), flexible o rígido, de cualquier configuración. En la forma de realización ilustrada en la figura 2, este elemento es un "hilo de tender" rectilíneo, bien entendido que podría presentarse en forma de una línea quebrada, de una hélice o de una espiral, etc. Varios de estos hilos de tender (5) pueden disponerse entonces de cualquier manera apropiada en el seno de un reac

tor, a una cierta distancia unos de otros, de manera que se ocupe el volumen deseado con el mayor número posible de estos tufo o "pompones". El interés de tal disposición reside en la inmovilización de estos "pompones" en una posición relativa, permitiendo al mismo tiempo que las hebras, hilos, filamentos o cintillas (1) "floten" o "naden" libremente en dicho volumen (véase figura 2). Esta disposición no se opone a los regímenes hidrodinámicos elegidos.

De la misma manera y con la misma finalidad, según otra forma de ejecución, tal como la que se ilustra en la figura 3, se puede disponer un conjunto de pompones o tufo en las tres dimensiones, de manera que formen una red (6) que constituirá de por sí el elemento de relleno propiamente dicho, pudiendo superponerse o reunirse varias de estas redes, de manera que llenen el volumen deseado del reactor.

Es bien evidente que estas disposiciones pueden mantenerse inmóviles en el seno de un reactor o que pueden estar animadas de un movimiento cualquiera.

La ventaja de estas disposiciones se pone inmediatamente de manifiesto al especialista en la técnica. En efecto, según la naturaleza constituyente de cada uno de estos pompones, se podrán realizar reacciones catalíticas conocidas, obtener efectos de intercambios iónicos, favorecer fenómenos de absorción y de adsorción, fijar agentes reactivos, en particular agentes bioquímicos, como enzimas o microorganismos, etc.

Para mejor ilustrar la invención, se darán seguidamente ejemplos puramente de aplicación del material en cuestión al caso particular del campo del tratamiento

biológico de los efluentes, así como al campo de la fermentación alcohólica.

En efecto, se comprenderá que en el campo de la depuración se buscan sobre todo materiales cuya superficie de contacto con el efluente a depurar sea lo más grande posible, de manera que aumente con relación a la unidad de volumen la cantidad de biomasa activa disponible, lo que permite aumentar, para un volumen determinado el peso de microorganismos fijados sobre las superficies de contacto, los cuales microorganismos son responsables de la degradación de las materias orgánicas presentes en el efluente en cuestión.

Los procedimientos de tratamiento biológico de los efluentes se pueden clasificar en dos tipos bien conocidos por el especialista en la técnica; el que implica una recirculación de los lodos, y el que implica una retención de los lodos, o del lecho fijo.

Ahora bien, se encuentra que el material flexible según la presente invención conviene particularmente bien a estos dos tipos de procedimientos, porque es isótropo y procura, con relación a los materiales de relleno tradicionales con materiales rígidos o con películas, múltiples ventajas que se examinarán seguidamente.

En los procedimientos biológicos, los soportes inertes no deben oponerse a la agitación del medio, que garantiza el contacto permanente entre la biomasa fijada sobre estos materiales de relleno y el sustrato orgánico.

El desarrollo de la biomasa sobre su soporte debe ser tal:

- que no limite la agitación del medio;
- que no frene la agitación del medio;
- que el sustrato pueda penetrar en el seno de esta biomasa.

5 Los pompones distribuidos según una geometría de terminada en los reactores, no ofrecen, al contrario que los elementos de relleno rígidos o semirrígidos, ningún freno a la agitación del medio en cualquier dirección, por efecto de la aireación, en la aerobiosis, o por efecto del desprendimiento de gases, en la anaerobiosis, o por efecto del reciclado del efluente a tratar.

10 Así la totalidad de la masa líquida se pone continuamente en contacto con los microorganismos responsables de la depuración, en la misma concentración que en las instalaciones de lodos libres en las cuales es indispensable tener una mezcla total entre los microorganismos y el agua a tratar.

15 A la luz de las experiencias llevadas a cabo por la solicitante en relación con los tratamientos biológicos de efluentes por las vías aerobia y anaerobia, se ha demostrado que las dimensiones (diámetro real) de los "pompones", su espaciamiento sobre los medios (tales como los hilos de tender) que sirven para sostenerlos, y la distancia que separa a estos medios, deben determinarse en función del tipo de tratamiento (aerobio o anaerobio), en función de la naturaleza de los efluentes (concentración en el sustrato orgánico) y en función del rendimiento de eliminación de las materias orgánicas descontado.

20 Es ventajoso, efectivamente, que los elementos constitutivos de los pompones sean lo suficientemente lar-

gos para que puedan evolucionar alrededor de su punto de fijación y presentar una superficie específica satisfactoria y, suficientemente cortos para no entremezclarse.

La distancia que separa los medios de fijación de los pompones sobre los marcos rígidos es ventajosamente por lo menos igual al diámetro medio de los pompones, de manera que las hebras individuales no puedan enmarañarse, lo que perjudicaría su correcto movimiento en el medio líquido y constituiría una causa iniciadora de estancamiento entre los tufos. Es bueno que esta distancia no sea más que ligeramente superior a dicho diámetro.

Además, en un mismo medio de fijación, la separación entre los pompones debe ser lo suficientemente grande y por lo menos igual al radio de los pompones para que permita una buena circulación del medio reactivo.

El material, para utilizarlo en el tratamiento biológico, estará constituido ventajosamente por fibras textiles sintéticas, lo que le confiere una gran ligereza, así como una densidad próxima a la del agua.

Los volúmenes geométricos o las redes o los marcos que sirven de elemento de fijación de los "hilos de tender" que soportan los pompones, podrían estar realizados, por lo tanto, en estructuras ligeras fácilmente manejables mediante un dispositivo de levantamiento relativamente sencillo. El peso de estos conjuntos no puede sobrepasar el de varios kilogramos por  $m^3$  de espacio ocupado, al contrario de lo que ocurre con otros materiales plásticos que sobrepasan los  $30 \text{ kg}/m^3$ .

Los elementos que constituyen los pompones de la invención son poco costosos, en oposición a lo que ocurre

con los materiales plásticos artificiales. Al ser ligeros y fácilmente comprimibles para el transporte, pueden llevarse al punto de utilización sin grandes gastos. Los únicos gastos que tienen una notable incidencia sobre el precio del material, son el coste de los marcos que pueden ser de forma modular y el montaje de los "hilos de tender" equipados con pompones, operación que es automatizable.

Mientras que con los materiales de origen mineral (cascajo, rocalla) utilizados en el relleno de lechos bacterianos, la superficie específica es generalmente inferior a  $100 \text{ m}^2$  por  $\text{m}^3$  de volumen aparente de material, y que con las estructuras de material plástico (tubos alveolados, nidos de abejas, placas estampadas en relieve, películas, etc.), la superficie específica puede alcanzar, según los casos, hasta  $300 \text{ m}^2$  por  $\text{m}^3$  de volumen aparente, los materiales en pompón de la invención procuran, por el hecho de su estado, superficies específicas considerables que sobrepasan los  $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$  de volumen aparente.

El material de soporte objeto de la presente invención tiene, en razón de su naturaleza, un comportamiento flexible cuando se le somete a desplazamientos por los líquidos en todas las direcciones del volumen que ocupa. Así, presenta vacíos cuyas dimensiones son constantemente variables, lo que facilita un buen comportamiento dinámico.

Esta flexibilidad, si bien permite que la biomasa se fije sobre los pompones, impide un desarrollo demasiado importante de esta biomasa y, por lo tanto, limita los riesgos de estancamiento.

Cuando alcanza un cierto tamaño, el exceso de película de microorganismos perpetuamente en movimiento gra-

cias a la agitación del medio, se desprende espontáneamente por efecto de la oxigenación en los procesos aerobios o por efecto de la ascensión de las burbujas de gas en los procesos anaerobios.

5           Igualmente, al desplazarse en todas las direcciones del espacio alrededor de su punto de fijación, los elementos recubiertos de biomasa permiten una "fluidificación" de esta biomasa que favorece la multiplicidad de los contactos con el medio a depurar. La biomasa fijada permanece en  
10           el seno de los reactores, garantizando así una constancia de la concentración de microorganismos o de lodos.

          Algunos ejemplos ilustrarán los resultados obtenidos en el tratamiento aerobio y anaerobio con el material objeto de la presente invención, y los tipos de aplicación que se pueden prever.

#### Tratamiento aerobio

          En el tratamiento por vía aerobia, según los tipos de efluentes tratados, los procedimientos de depuración por lecho bacteriano tienen rendimientos de eliminación de  
20           la DBO del orden de 60 a 70 %, estando influidos estos porcentajes igualmente por la carga orgánica aplicada.

          Con los procedimientos de los lodos activados e igualmente según la carga orgánica aplicada y según los tipos de efluentes, los rendimientos de eliminación de la DBO  
25           pueden alcanzar el 95% y, ocasionalmente, hasta más.

          En razón de la gran superficie de contacto que ofrece el material objeto de la presente invención y, por lo tanto, de la enorme masa de microorganismos susceptibles de desarrollarse, una instalación equipada con dicho mate-  
30

rial puede funcionar con cargas unitarias orgánicas superiores a las de los lodos activados tradicionales, y que alcanzan los 3 kg de DBO/m<sup>3</sup>. día.

Sin embargo, el material debe emplearse en las condiciones precisas para que en todos los puntos del soporte sobre el que se desarrolla la película de microorganismos, la oxigenación pueda manifestarse en buenas condiciones.

A título de ejemplo, se indican seguidamente algunos resultados obtenidos en la aerobiosis con los dispositivos de tufo de fibras de PVA; (estando constituido cada pompón por 81000 hebras de un diámetro de 70 micras y pesando 1,4g), fibras empleadas como soporte o relleno en procedimientos combinados de lodos activados-lechos bacterianos en procedimientos por contacto;

-	efluente de industria textil	-	reducción de la DBO	93%
"	"	"	" de la DCO	66 a 79%
"	"	"	" del color	42%
-	efluente de un taller de teñido	-	reducción de la DCO	59%
"	"	"	" del color	31%

El material de relleno que ha permitido obtener estos resultados lleva aproximadamente 3 kg de fibras por m<sup>3</sup> de reactor, y el cálculo teórico indica que su superficie específica está comprendida entre 2000 y 2500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Tratamiento anaerobio

Los procedimientos anaerobios con lodo libre mezclado continuamente, permiten tratar de 2 a 3 kg de DCO/m<sup>3</sup> de reactor/día. Los procedimientos con recirculación de lodos o los procedimientos de contacto, de 3 a 6; los procedimientos con decantación interna del tipo UASB, de 8 a 10; y los lechos fijos clásicos o filtros anaerobios, de 10 a 15.

Un procedimiento de depuración que utiliza como soporte fibras sintéticas de las que están formados los pompones según la invención, permite cargas que pueden sobrepasar los 50 kg de DCO/m<sup>3</sup> de reactor/día, para un relleno de 1 a 5 kg de soporte/m<sup>3</sup> de reactor, con un grado de eliminación de la DCO comprendido entre 60 y 90, según la naturaleza del efluente.

El procedimiento es poco sensible a los materiales en suspensión, evacuándose estos al mismo tiempo que el excedente de lodos y facilitando su circulación la isotropía del medio.

A título de ejemplo, en la tabla siguiente figuran los resultados obtenidos con el material objeto de la presente invención, en la metanización de sustratos orgánicos.

Naturaleza del sustrato	Volumen del reactor (litros)	Densidad del soporte (kg/m <sup>3</sup> de reactor)	Carga nominal (kg DCO por m <sup>3</sup> / reactor/día)	Volumen CH <sub>4</sub> producido (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de reactor/día)	Eliminación de la DCO (%)
	2,8	3,6	43	14,8	56
Vinaza de	7,0	3,2	56	14,0	57
remola-	7,0	8,6	42	13,1	54
chas	2,8	12,3	46	16,4	60
	6,2	5,1	80	21,5	50/70
Suero de leche desproteínizado	6,2	5,1	65	17	70

Las principales características del material utilizado para este tipo de aplicación son las siguientes:

- Fibra de poliéster de un diámetro medio de 70 micras;
- pompón fijado en un "hilo de tender" colocado verticalmente en el reactor;
- diámetro de los pompones igual a 120 mm;
- distancia que separa los puntos de fijación en un mismo "hilo de tender": 70 mm;
- distancia que separa dos "hilos de tender": 120 mm;
- número de hebras por pompón: proporcional a la densidad del soporte (185000 hebras por pompón para una den

idad de 5 kg de fibra por  $m^3$  de reactor);

- superficie específica; comprendida entre 5000 y  $5700 m^2/m^3$ , si cada pompon está compuesto por 185000 hebras.

Los tiempos de permanencia hidráulicos son de algunos días o de algunas horas, en función de la concentración inicial de carga contaminante del efluente.

El esquema de principio de los reactores de 70 litros está representado en la figura 4. Diez cordeles (5) que llevan cada uno seis pompones (3) de un diámetro medio de 120 mm y a distancia de 70 mm, están montados verticalmente, a distancias respectivas de 120 mm, en un cesto cilíndrico (no representado) que ocupa toda la parte cilíndrica del reactor (7). El reactor (7) es de PVC, su diámetro interno es igual a 400 mm, su altura es igual a 600 mm; una bomba de membrana (8), cuyo caudal es regulable, introduce el líquido a tratar por el fondo del reactor (7) en el que el líquido circula desde abajo hacia arriba, antes de ser evacuado por rebose por el tubo (9) instalado según el eje del reactor. Una bomba (10), accionada por relojería, permite reciclar el líquido periódicamente.

El efluente se evacúa por un aliviadero (11) y, después, se recoge en una probeta graduada (12), cuyo vaciamiento se obtiene por la abertura de una electroválvula (13) accionada por un presostato (14). Cada una de las operaciones de vaciado se registra mediante un contador de impulsos. El gas se escapa por un tubo (15) conectado al ápice de la tapa del reactor. Seguidamente, se deshidrata y se enfría en un condensador (16) y, después, atraviesa un contador de gas (17). La temperatura interna del reactor se regula me-

diante circulación de agua caliente por una doble pared (18). El agua se calienta mediante una resistencia eléctrica (19) accionada por un regulador de temperatura (20) conectado a una sonda de temperatura (21) sumergida en el reactor. Una bomba (22) garantiza la circulación del agua caliente en circuito cerrado.

#### Tipos de aplicación para el tratamiento de efluentes

El empleo de este relleno mediante tufo de fibras textiles puede enfocarse para diferentes circunstancias. Como puede presentarse en forma de marcos de quita y pon, que es fácil de manipular, se puede concebir el utilizar este relleno dispuesto a granel en los estanques de aireación de las estaciones de depuración existentes, de manera que se mejoren los resultados de ellos. Gracias a la presencia de este soporte sobre los que se fijan los microorganismos, se llega así a aumentar la concentración de lodos de los estanques de aireación, sin tener que proceder a modificaciones importantes de la forma en que las estaciones de depuración están concebidas.

Además, debido al hecho de que el soporte no se opone a los movimientos de la masa líquida en los estanques de aireación (isotropías), pueden ser convenientes los dispositivos utilizados para airear los estanques. Solamente hay que procurar aumentar la capacidad de aireación de estos dispositivos, porque al aumentar la concentración de biomasa se acrecienta el consumo de oxígeno.

Los marcos pueden constituir igualmente el material de soporte de las instalaciones de depuración con lechos bacterianos sumergidos, asociando a la vez el principio

de los lodos libres análogos a los lodos activados y el de los lodos fijados sobre los tufo de fibras textiles.

Debido a la escasa pérdida de carga que crean los pompones y al comportamiento isótropo de los movimientos del líquido, la aireación de los estanques que contienen los marcos puede realizarse con los medios de oxigenación tradicionales que se utilizan en los procedimientos de lodos activados mediante insuflación de aire.

La escasa pérdida de carga de los pompones constituidos por fibras textiles flexibles puede emplearse con provecho, ventajosamente, para el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Estos pompones, dispuestos en rosario sobre un cordel suspendido en los conductos de evacuación de las aguas de los inmuebles, pueden constituir el alma trama de un lecho bacteriano de pequeña sección pero de gran altura. El agua que fluye a lo largo del rosario de pompones, se depura a medida que sale. Una ligera aireación por la base del conducto es suficiente, por un lado, para aportar el oxígeno necesario para la operación biológica aerobia y, por otra parte, para desobstruir el conducto si el espesor de la película de microorganismos sobre las fibras es demasiado importante.

La desobstrucción por el aire permite igualmente que el lecho constituido por los pompones se limpie por si mismo. Un tal dispositivo que puede integrarse en cualquier red de evacuación de aguas usadas es particularmente económico en energía, porque utiliza la circulación de las aguas por gravedad.

Finalmente, en los tratamientos anaerobios, el empleo de los materiales según la invención constituye una

solución que puede elegirse y que permite retener la biomasa activada con un soporte fácil de emplear, poco costoso y ligero. La circulación del sustrato a depurar no se frena por la presencia de los pompones en el seno de los reactores. Por lo tanto, no se influye sobre la isotropía del medio.

Además, según los ensayos realizados se confirma que las cargas admisibles de DCO en relación con la unidad de volumen de reactor, son muy superiores a las obtenidas con otros soportes.

#### Fermentación etanólica en un medio sintético

Se trabaja en un reactor con forma de columna y de un volumen total de 5 litros y con diámetro de 7 cm, provisto de 17 pompones de un radio de 5 cm (distancia entre el punto de fijación y la extremidad de la fibra). Los pompones están separados unos de otros por 5 cm, y están constituidos por fibras de PVA; cada pompón lleva 81000 hebras de 70 micras, y pesa 1,4g. El reactor va seguido por un decantador vertical de 2,5 litros, que sirve para reciclar la biomasa.

- Cepa utilizada; bacteria *Zymomonas mobilis* inoculante ZM4F;

- medio sintético a base de glucosa no esterilizada; medio concentrado (500 a 600g/l) diluido antes de su utilización (en línea).

Los resultados figuran en la tabla siguiente.

Dura- ción (días)	Azúcares consumi- dos g/l	Etanol produ- cido ml/h	Caudal ml/h	Grado de di- lución h <sup>-1</sup>	Producti- vidad g/l.h	Rendi- miento teórico %
1	96,6	45	300	0,06	2,7	91,3
4	95,2	47,3	600	0,12	5,7	97,4
10	98	48,1	1240	0,248	11,9	96,2
16	95,7	48,1	2000	0,40	19,2	98,5
20*	101,6	51	2400	0,48	24,5	98,4
25**	115	57,3	2880	0,58	33	97,7
28	114	57,3	3300	0,66	37,8	98,5
29	112	56,4	3740	0,75	42,2	98,7
37	118,5	53,65	4300	0,86	46,2	89
40	115,8	50,5	4800	0,96	48,5	85,5
45	108,8	50,5	4900	0,98	49,5	91
50	114,7	48,2	5000	1	48,2	82,4
55	104	47,3	5280	1,06	50,2	89,2

Es evidente que todas las ventajas de los elemen-  
tos de relleno de acuerdo con la invención, ventajas que  
han sido explotadas en el campo de la depuración de los  
efluentes y de la fermentación alcohólica, pueden emplear-  
se también con provecho en cualquier otro procedimiento  
físico y/o químico y/o biológico y/o bioquímico, en el que  
se trate de poner en contacto íntimo elementos destinados  
a reaccionar entre sí o a ser puestos en presencia unos  
de otros, con la condición de que dichos elementos de re-  
lleno puedan mantenerse en suspensión en un fluido, tanto

si este es líquido como gaseoso.

Igualmente, estos elementos de relleno pueden servir para el caso en que se trate de disponer de superficies importantes en fenómenos de absorción o de adsorción selectiva, así como para las separaciones de fases.

Bien entendido que la presente invención no se ha descrito más que a título puramente explicativo y en ningún caso limitativo, pudiendo aportarse a ella cualquier modificación útil sin salirse de su marco.

5

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

5                    1ª.- Dispositivo de guarnición para favorecer  
el contacto entre medios o reactivos, aplicable particular-  
mente a la depuración de aguas industriales o residuales,  
en la fermentación alcohólica, que comprende una pluralidad  
de "pompones", cada uno de los cuales está constituido por  
10 una pluralidad de hebras, hilos, filamentos o cintillas,  
reunidos en su centro, estando los puntos que aseguran las  
reuniones de estas hebras, hilos, filamentos o cintillas  
de cada pompón, mantenidos fijos con relación a sí mismos  
por medio de un soporte del medio; caracterizado por el  
15 hecho de que cada uno de las hebras, hilos, filamentos o  
cintillas tiene una longitud tal y está montado de tal mane-  
ra que cuando se sumerge en un medio fluido, líquido o ga-  
seoso, cada uno de entre ellos sea independiente en sus  
movimientos y pueda desplegarse libre y fácilmente sin que  
20 dichos hebras, hilos, filamentos o cintillas se mezclen en-  
tre sí en un mismo pompón, estando los citados puntos de  
reunión de pompones próximos montados de manera que cuando  
los pompones se sumergen en el medio fluido, las hebras,  
los hilos, los filamentos o las cintillas de dichos pompo-  
25 nes próximos no se puedan mezclar entre sí.

                  2ª.- Dispositivo según la reivindicación 1ª,  
caracterizado porque su superficie específica es ajustable  
y puede fácilmente sobrepasar los  $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$  de volumen  
real.

                  3ª.- Dispositivo según una cualquiera de las

5

reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado porque, según una forma de realización ventajosa, los "pompones" están fijados sobre un elemento común, flexible o rígido, que hace el oficio de "hilo de tender", de manera que cada "pompon" mantenga una posición fija con relación a los "pompones" vecinos, permitiendo al mismo tiempo que las hebras, hilos, filamentos o cintillas de estos "pompones" "floten" o "naden" libremente en el medio ambiente.

10

4ª.- Dispositivo según la reivindicación 3ª, caracterizado porque dichos elementos de fijación forman parte de un conjunto plano (marco), de una red tridimensional o de cualquier otro volumen geométrico.

15

5ª.- Dispositivo según las reivindicaciones 3ª y 4ª, caracterizado porque la distancia que separa los puntos de fijación de los pompones sobre un mismo "hilo de tender" es, por lo menos, igual al radio medio de los pompones, y porque la distancia que separa dos "hilos de tender" próximos es, por lo menos, igual al diámetro medio de los pompones.

20

6ª.- "DISPOSITIVO DE GUARNICION PARA FAVORECER EL CONTACTO ENTRE MEDIOS O REACTIVOS, APLICABLE PARTICULARMENTE A LA DEPURACION DE AGUAS INDUSTRIALES O RESIDUALES, EN LA FERMENTACION ALCOHOLICA".

25

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

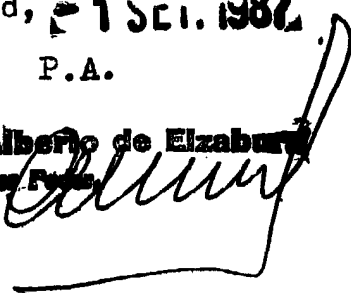
Esta Memoria consta de veintiséis hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid, 1 DEI. 1987

P.A.

Alberio de Elizaburu  
Por Fidei



10

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

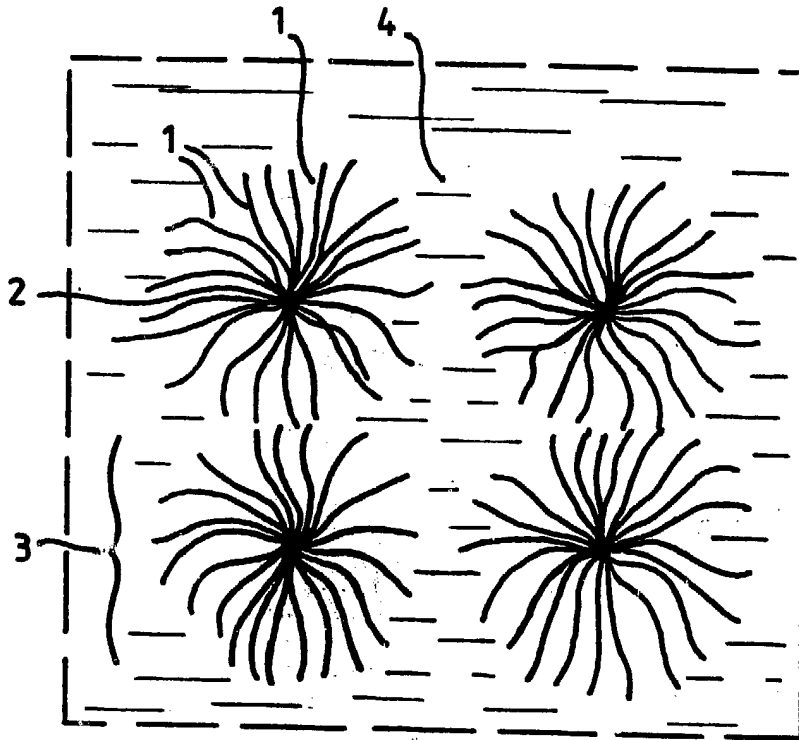


FIG. 1

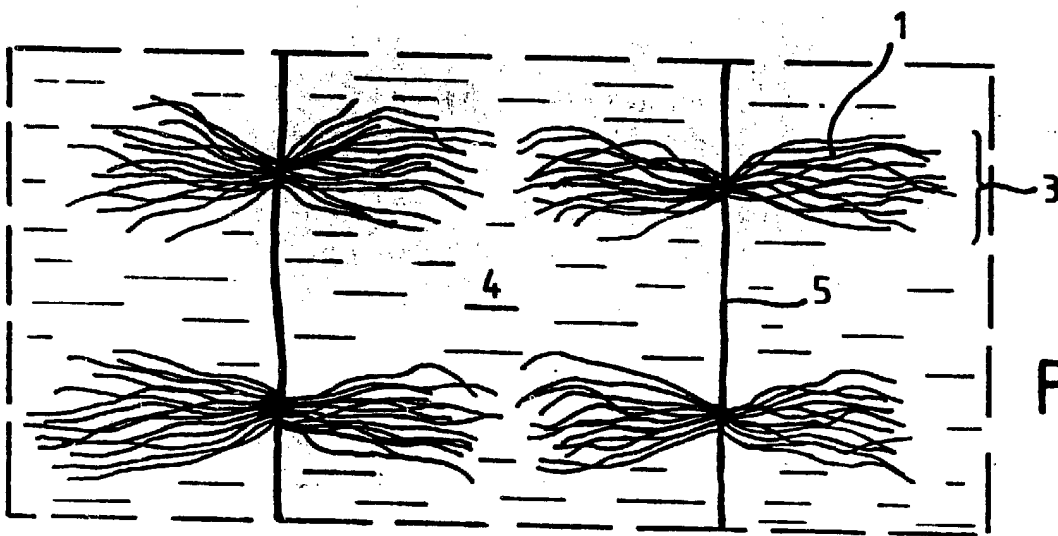


FIG. 2

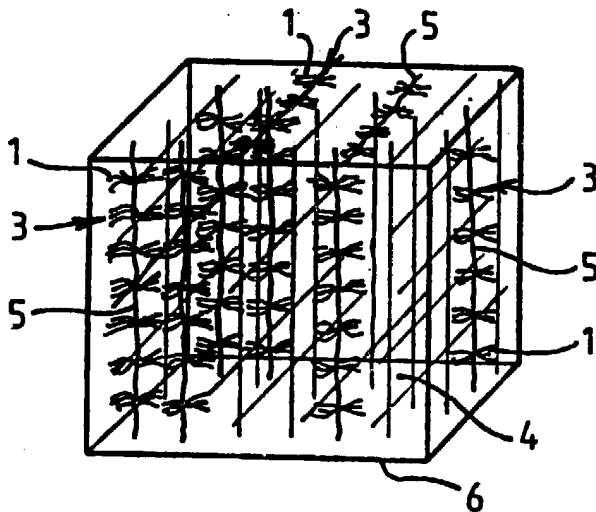
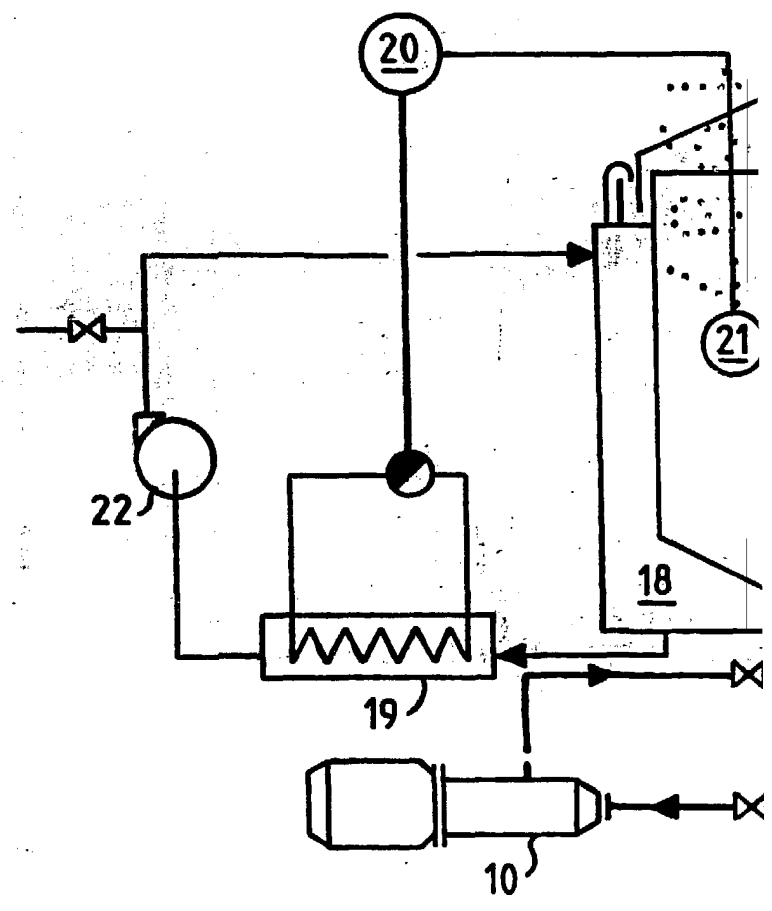


FIG. 3

*Prof. Bodar*  
Autorizado de Elizabeth  
Prof. Bodar.



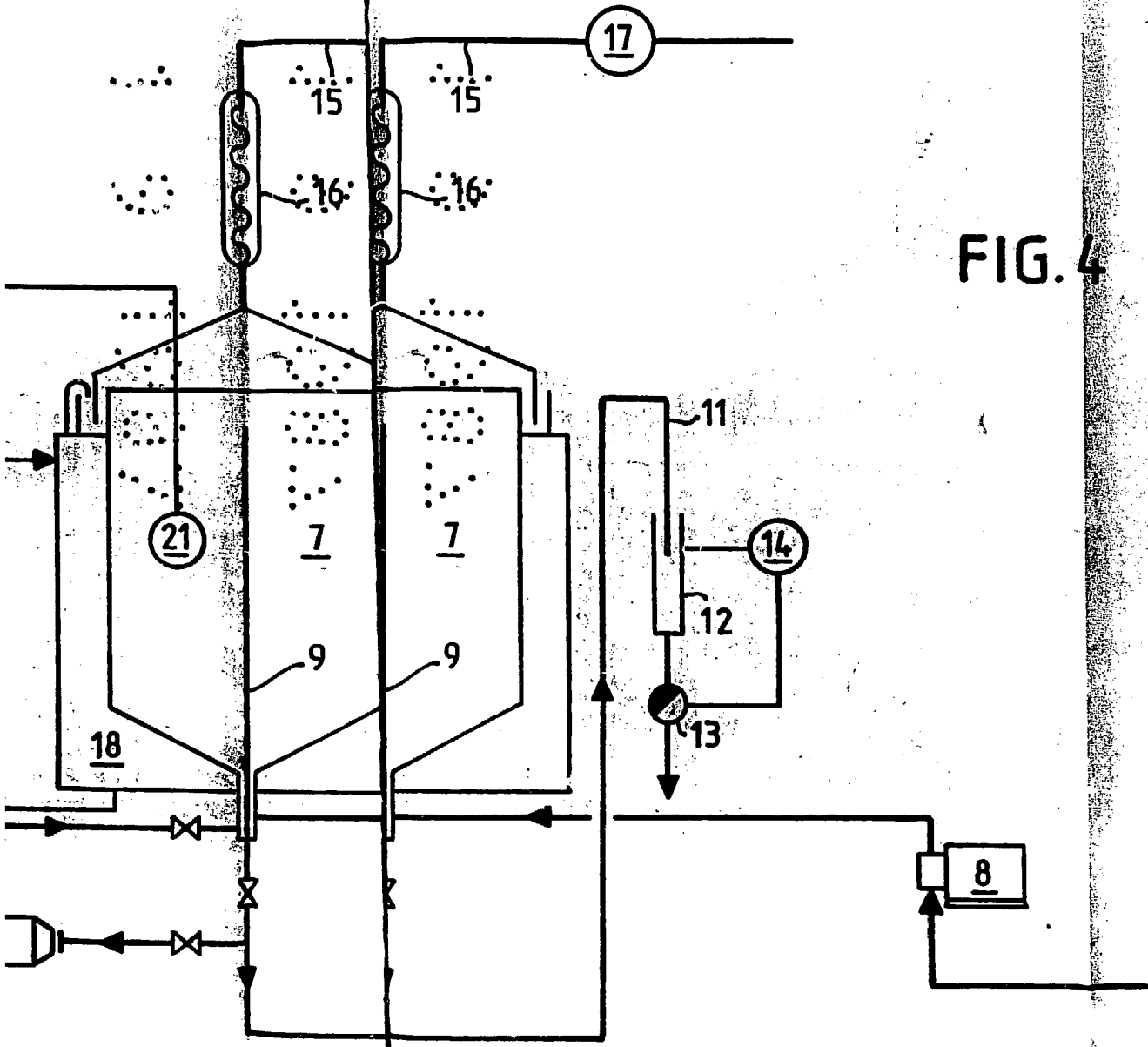


FIG. 4

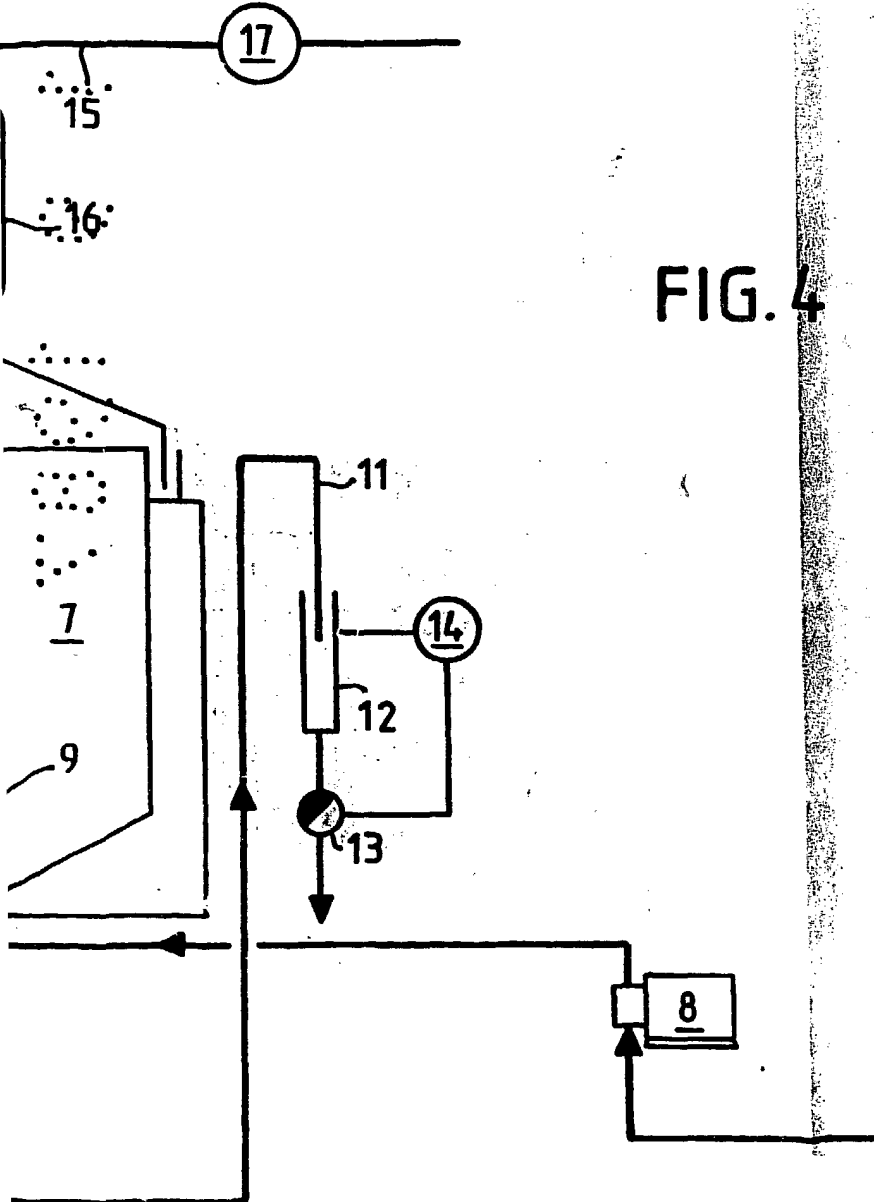


FIG. 4

Alberto de Elizaburu  
Ingeniero