



REGISTRO DE LA  
PROPIEDAD INDUSTRIAL

ESPAÑA

① N.º de publicación: ES 2 006 804

② Número de solicitud: 8800257

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>: G01N 15/04

⑫

PATENTE DE INVENCION

A6

⑫ Fecha de presentación: **29.01.88**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.05.89**

④ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.05.89**

⑦ Titular/es:  
**Empresa Nacional Hulleras  
del Norte, S.A. (HUNOSA)**  
Avda. de Galicia, 44  
33005 Oviedo, ES

⑦ Inventor/es: **Bueno de Las Heras, Julio Luis;**  
**Gutiérrez Gutiérrez, María del Camino;**  
**Velasco Suárez, Guillermo;**  
**Alvarez Alvarez-Uria, Daniel;**  
**Coca Prados, José y**  
**González Cañibano, José**

⑦ Agente: **García Cabrerizo, Francisco**

⑤ Título: **Sedimentógrafo fotosensible.**

⑤ Resumen

Un sedimentógrafo fotosensible que es autónomo y versátil, mediante el cual es posible realizar pruebas de sedimentación discontinua, de acuerdo con una rutina estandarizada, obteniendo los datos de forma convencional o mediante procesado e interpretación por un ordenador integrado. Dicho sedimentógrafo consta de un tanque de mezcla y alimentación de las muestras de suspensión problema, desde cuyo tanque los lodos acceden a través de una válvula y tubo flexible hasta alcanzar una probeta de sedimentación. Asimismo, el sedimentógrafo cuenta con un sistema de detección o seguimiento del frente del sedimento y agua, basándose tal sistema de detección en una fotocélula, así como en un goniómetro y dispositivo de enfoque; contando además el sedimentógrafo con un controlador del propio bloque o sistema de detección, así como con un convertidor de señal: altura/diferencia de potencial, y todo ello asociado a un ordenador o sistema de tratamiento de datos y un sistema de registro.

## DESCRIPCION

La invención se refiere a un sedimentógrafo fotosensible, autónomo y versátil, que permite realizar pruebas de sedimentación discontinuo, de acuerdo con una rutina estandarizada, obteniéndose los datos de forma convencional o bien siendo posible su procesamiento e interpretación mediante un microordenador integrado.

El sedimentógrafo de la invención constituye un dispositivo electro-mecánico cuyo objetivo es el de seguir automáticamente el descenso de la masa de partículas en suspensión, en experimentos de sedimentación discontinua en probetas de laboratorio

Asimismo es objeto de la invención la forma o procedimiento de interpretación la señal de dicho dispositivo, de acuerdo con los principios teóricos de la sedimentación, como son la teoría de Kynch y el método de Yoshioka, con el objeto de:

- a) Representar gráficamente y almacenar en la memoria de un ordenador los resultados de cada experimento singular (curva de sedimentación, llamada  $z$  vs.  $t$ ).
- b) Interpretar cada experimento singular cuando se realicen series de ellos, almacenando datos y representando gráficamente la curva características de cada lodo (curva de densidad de flujo de sólidos,  $S$  vs.  $C_p$ ).
- c) Deducir las condiciones de diseño de sedimentadores a toda escala, a partir de cálculos realizables por ordenador sobre los datos obtenidos según el procedimiento del apartado b).

El procedimiento necesario para llevar a cabo estas funciones es una rutina de concepción original (software) que puede realizarse con mayor flexibilidad en cuanto a los elementos (hardware) que pueden ensamblarse para este fin.

Una de las técnicas más utilizadas, tanto en el tratamiento de efluentes residuales con sólidos en suspensión como en la recuperación y demás procesos de separación sólido líquido, es la sedimentación.

Los fundamentos de la sedimentación (clarificación, si el objetivo es la obtención de un efluente clarificado, separación o decantación si ambas fases tienen interés en el proceso, y concentración o espesamiento si el componente valioso se encuentra en la fase sólida) son, en general, bien conocidos en sus principios básicos. La tecnología de la sedimentación no es especialmente sofisticada y un estudio económico de esta opción separadora permite destacar a su favor los reducidos consumos de energía y los escasos requerimientos de control y equipamiento accesorio. Por el contrario, los sedimentadores son generalmente aparatos voluminosos y de impreciso diseño. Circunstancia ésta que contrasta con la aparente simplicidad del fenómeno en que se basan.

El diseño de sedimentadores descansa sobre dos variables fundamentales: el área superficial libre en el plano horizontal, y la altura disponible para el crecimiento del manto de lodos. La altura del sedimentador es un parámetro

de diseño estimable por procedimientos generalmente empíricos, sobre la base de unas cuantas ecuaciones de estimación descritas en la bibliografía, cuyo estudio se puede basar en los mismos factores de cambio de escala que el área.

El área del sedimentador se puede calcular por diversos procedimientos analíticos y gráficos que se han de desarrollar en el escenario cinético y de equilibrio en el que se representa la curva de estado del lodo. Esta curva de estado viene dada por la dependencia de la densidad de flujo de sólidos (concentración de la cantidad de movimiento en la fase móvil) con la concentración del lodo. Un sedimentador opera en régimen estacionario con una correspondencia biunívoca entre la concentración esperada en el lodo y la superficie disponible para la sedimentación.

Una etapa ineludible, y previa, en el diseño de sedimentadores consiste en la experimentación rutinaria para poder obtener dicha curva. De los procedimientos posibles, el más sencillo y lógico es la obtención de datos a partir de pruebas discontinuas en laboratorio. Este tipo de pruebas se ha dado en llamar "jar-tests", y no son otra cosa que estudios del avance del frente de sedimentos en función del tiempo para distintas concentraciones de suspensión. Este tipo de pruebas son relativamente imprecisas y tediosas. Ya que el operador ha de seguir la interfase sólido-líquido en su avance, que es particularmente lento a medida que se opera con lodos más concentrados o que éstos se concentran en el transcurso del propio experimento.

Los valores obtenidos en esta etapa han de procesarse adecuadamente para calcular las densidades de flujo y construir la curva característica del lodo, sobre la que se efectuarán los estudios de diseño para diversas hipótesis del trabajo.

En este sentido, uno de los objetivos de la invención es el de simplificar notablemente las operaciones de estimación preliminares para el diseño de los sedimentadores en régimen continuo, para cualquier tipo de lodos, consiguiéndose incrementar la fiabilidad de los resultados y la rapidez del proceso de interpretación de los mismos.

Por otra parte, más adelante se expondrán los antecedentes fenomenológicos para obtener las curvas de sedimentación discontinua, así como las curvas correspondientes a los procedimientos de Kynch y de Yoshioka, y la curva típica de densidad de flujo de sólidos.

En cuanto al sedimentógrafo de la invención, el mismo constituye un dispositivo que comprende básicamente las siguientes partes o elementos:

- Un sistema de mezcla y alimentación.
- Unas probetas de sedimentación.
- Un sistema de detección.
- Un controlador del bloque de detección.
- Un convertidor de señal: Altura/Diferencia de Potencial, y
- Un sistema de tratamiento de datos y registro.

Todo el conjunto va montado en un armazón metálico dotado de ruedas, lo que facilita la autonomía, limpieza y ubicación en el laboratorio.

Las prestaciones que ofrece el diseño del dispositivo o sedimentógrafo, puede resumirse en las siguientes:

- Seguimiento de un amplio espectro de velocidades de sedimentos.

- Posibilidad de estudiar diferentes tipos de sedimentos opacos.

- Posibilidad de utilizar probetas de diferentes formas, tamaños e inclinaciones.

- Versatilidad para diferentes estudios de sedimentación en investigación y rutina analítica o de diseño.

- Salida de señales, bien a registro convencional o bien a ordenador.

En cuanto a las etapas de la rutina operativa del sedimentógrafo, son las siguientes:

1. Preparar la suspensión según proceso particular.
2. Preparar el floculante según indicaciones del fabricante.
3. Floculación y seguimiento del frente. La suspensión se coloca en la probeta y se añade la disolución de floculante adecuada, de acuerdo con los procedimientos estandarizados.
4. Se conecta el bloque de seguimiento, el registro y el ordenador, los cuales se encargan de tomar datos de altura frente a tiempo. Posteriormente el ordenador tratará los datos según los programas prescritos e imprimirá las gráficas en una impresora.

Para facilitar la mejor comprensión de las características de la invención, se va a realizar una descripción detallada sobre la base de un juego de planos que se acompañan a la presente memoria descriptiva, formando parte integrante de la misma, y en donde con carácter meramente orientativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

Figura 1

Se muestra la gráfica correspondiente a la curva típica de sedimentación discontinua.

Figura 2

Se muestra las gráficas a) y b) correspondientes a las curvas obtenidas de acuerdo con el método de Kynch.

Figura 3

Se muestra la gráfica correspondiente a la curva típica de densidad de flujos sólidos.

Figura 4

Se muestran los componentes de flujo en sedimentación continua.

Figura 5

Se muestra la gráfica correspondiente a la curva obtenida de acuerdo con el método de Yoshioka.

Figura 6

Se muestra el esquema general del sedimentógrafo fotosensible objeto de la invención, en donde se pueden ver los distintos bloques que forman parte del mismo.

Figura 7

Se muestra un detalle del sistema de detección del propio sedimentógrafo.

Figura 8

Se muestra el circuito eléctrico del controlador.

Sobre la base de las figuras citadas, y antes de entrar a describir la estructura y funcionalidad del sedimentógrafo, se va a exponer lo que es la sedimentación y la forma de obtener las curvas representadas en las figuras 1 a 3 y 5.

Se considera sedimentación forzada el fenómeno por el que una suspensión de partículas, con concentración dentro de un rango determinado, generalmente por encima del 10% en volumen, sedimenta en forma de pistón, es decir que las partículas caen en el seno del líquido como un todo, manteniendo una velocidad constante (velocidad de pistón) hasta un punto determinado, llamado "punto crítico", a partir del cual el lodo comienza un proceso de compactación. En este último tramo la velocidad ya no se mantiene constante, sino que va disminuyendo progresivamente.

Si la suspensión ocupa un volumen discreto, por ejemplo una probeta, inicialmente aparece una zona clara (sobrenadante) y un frente de sedimentos que se desplaza masivamente con una velocidad constante  $V$ , (velocidad de sedimentación de pistón). Si se representa gráficamente  $z$  (posición del frente de sedimentos) frente a  $t$  (tiempo) se tiene la curva típica de una sedimentación discontinua (figura 1).

Parece ser que la existencia de discontinuidades depende de la concentración inicial de la suspensión y de la presencia de agentes floculantes. Las suspensiones no floculadas presentan una curva de tipo  $abcd_1$ , mientras que las suspensiones floculadas presentan la curva del tipo  $abcd_3$ .

Esta curva se obtiene según el procedimiento de la invención, sustituyendo el ojo y un retículo por un circuito de fotocélula que se cierra cuando el frente de sedimentos queda por debajo de un haz luminoso que atraviesa la probeta de pruebas.

Por su parte, Kynch ha propuesto un modelo puramente matemático descrito y asequible en la literatura científica. Si la suposición de Kynch es correcta, es decir la velocidad de sedimentación es función sólo de la concentración de partículas, resulta que la densidad de flujo de sólidos,  $S$ , es función exclusiva de  $C_p$ , y para un valor de  $C_p$  invariante con el tiempo  $dz/dt$  es una constante, es decir que el estrato horizontal cuya composición no varía con el tiempo, se ha desplazado hacia arriba con una velocidad constante. Así aparecerán líneas en la curva  $S$  vs.  $C_p$  que tendrán como pendiente:

$$u_i = \frac{dS_i}{dC_{pi}}$$

Si se considera la gráfica  $z$  vs.  $t$ , esta velocidad  $u_i$  se representaría en forma de isóneas paralelas hasta llegar al punto crítico, a partir del cual y al ir variando continuamente la concentración presente en la internase suspensión-fluido, las velocidades  $u_i$  adoptarán la forma de un abanico de infinitas líneas convergentes (figura 2). Estos supuestos fueron contrastados experimentalmente por Shanon y Tory.

Si se confecciona la curva en coordenadas  $\frac{z}{C_{po} \cdot z_o}$  vs.  $\frac{t}{C_{po} \cdot z_o}$  y en ella se traza una tangente al punto  $\underline{a}$ , al que corresponda una concentración  $C_A$ , la prolongación de esta recta corta al eje de ordenadas, precisamente por el punto cuyo

valor numérico corresponde a  $1/C_{pA}$  de donde se deduce que:

$$C_{po} \cdot z_o = C_{pi} z_i$$

Este teorema implica que a partir de una sola de sedimentación  $z$  vs.  $t$ , sería posible obtener datos de velocidad de sedimentación para concentraciones superiores a la inicial.

Según el objeto de la invención, dicho cálculo se efectuará mediante un adecuado programa de ordenador.

A partir de diferentes experimentos realizados con concentraciones iniciales que cubran un amplio intervalo de valores (procedimiento riguroso) o a partir de un número de experimentos, planeados de forma que la aplicación del principio de Kynch permita obtener información complementaria de cada experimento singular (procedimiento aproximado) es posible obtener datos  $S$  vs.  $C_p$ , la llamada curva de densidad de flujo o curva característica del lodo, siendo:

$$S = C_{pi} \cdot V_{si}$$

que adopta una forma de campana (figura 3).

Para concentraciones bajas, donde el mecanismo de sedimentación es el individualizado, la curva puede no existir más que como resultante de la suma de concentraciones individualizadas entre cero y un valor de la concentración de partículas, a partir del cual se da el mecanismo de sedimentación forzada. Para elevadas concentraciones el lodo sedimenta cada vez más lentamente y la curva desciende de nuevo a cero.

Sobre esta curva se han desarrollado la mayor parte de los métodos de cálculo de áreas, como el de Yoshioka.

Su sentido físico es sencillo como se indica a continuación:

Supóngase un sedimentador continuo (figura 4) que está descargando un flujo de lodo con una velocidad  $v_w$ , el flujo descendente  $S$  tendrá dos componentes:

$S_I$  componente de sedimentación propiamente dicha, que es una función de la concentración y velocidad local de sedimentación.

$S_{II}$  componente de convección debido al flujo hacia el fondo del tanque, que es función tan solo de la concentración local de partículas.

Efectuando un balance de materia en el estrato  $i$ :

$$W_{Ti} = V_{Ii} + W_{IIi}$$

y por unidad de área se tiene:

$$S_{Ti} = S_{Ii} + S_{IIi}$$

siendo  $S_{Ti}$  la densidad de flujo de sólidos en el estrato de concentración  $C_{pi}$ .

$S_{Ii}$  = Componente de sedimentación del estrato  $i$ .

$S_{IIi}$  = Componente de convección del estrato  $i$ . Así:

$$S_{Ti} = C_{pi} v_i + C_{pi} \frac{W}{A} = C_{pi} v_{si} + C_{pi} v_w$$

El fundamento del método gráfico de Yoshioka es como sigue:

A partir de la curva  $S$  vs.  $C_p$ , la curva  $S_T$  se obtiene por adición analítica o gráfica de  $S_{Ii}$  vs.  $C_p$  y  $S_{II}$  vs.  $C_p$ , como se indica la figura 5.

Si el sedimentador opera en régimen estacionario no hay acumulación ni sumidero de sólidos, por tanto el balance de materia global, adopta la forma:

$$W_F = W_D + W_w$$

$W_F$  = Flujo de sedimentación.

$W_D$  = Flujo de sobrenadante.

$W_w$  = Flujo de lodo.

Es evidente que  $W_F$  no puede ser superior a la capacidad mínima de transporte de sólidos (mínima densidad de flujo de sólidos a través del sedimentador)  $S_{min}$ . para el área de diseño.

La composición que satisface el balance con solo a componente convectiva es  $C_{pw}$  y la velocidad de prolongación del estrato  $v_w$ .

Así conociendo  $S_{Tmin}$ . se determina el área del sedimentador:

$$A = \frac{W_F}{S_{Tmin}} .$$

En este resumen, se ha supuesto que como variable de diseño se puede manipular  $v_w$ , es decir la velocidad de descarga de lodos, pero es evidente que en un proceso industrial real, es mucho más lógico establecer cual es la concentración final deseable para un lodo, que la velocidad con la cual va a descargar dicho lodo.

Así pues el problema real se basa en suponer una concentración  $C_{pw}$  y a partir de ella calcular  $v_w$  y el área del sedimentador. En este caso el problema se complica puesto que se tendría que tantear distintas curvas hasta conseguir la correcta que cumpla una  $C_{pw}$ , de la forma que se indica en la figura 5. El punto donde corta al eje de ordenadas determina el valor de  $S_{Tmin}$ ; si ahora se traza la recta de pendiente  $v_w$  desde el punto cero y se realiza el proceso gráfico anteriormente descrito, se verifica que  $S_{Tmin}$  corresponde con el valor real.

Dicho ajuste se lleva a cabo, según el objeto de la invención, mediante un adecuado programa de cálculo.

Pasando ya a describir el sedimentógrafo fotosensible (figura 6) de la invención, el mismo comprende en primer lugar un tanque de mezcla preferentemente de 50 litros de capacidad, el cual va dispuesto en la parte superior de la estructura general y cuenta con un agitador (2) mediante el que se realiza la preparación y homogeneización de las muestras de suspensión problema, durante la realización de pruebas en serie. La descarga del lodo desde dicho tanque (1) se efectúa a través de una válvula (3) y una tubería flexible, accediendo dicho lodo de forma directa a la probeta de sedimentación (4).

Dicha probeta de sedimentación (4) puede ser de cualquier tipo, tanto en lo que respecta a su forma como a su tamaño, todo ello con el fin

de poder abordar distintas situaciones el interés práctico. Así, por ejemplo, puede utilizarse una probeta de 50 litros con varias placas de distintos puntos de anclaje que permiten variar el ángulo tabique móvil para crear diferentes compartimentos de sedimentación, permitiendo una gran versatilidad de operación.

También se pueden utilizar probetas de 20 y 7 litros, de forma paralelepípedica, y se utilizan sobre todo para pruebas de sedimentación en planos verticales, aunque se pueden utilizar también para evaluar experimentos en planos inclinados. Para este tipo de experimentos se dispone de unos soportes metálicos (uno colocado en la base y otro en la parte superior) que permiten fijarlas a la estructura general de la manera más apropiada y con el ángulo deseado en cada momento.

Se pueden utilizar también probetas cilíndricas convencionales de 2 litros, que tienen como ventaja el menor consumo de suspensión y como inconveniente que, según el sistema de detección que empleamos, aparecen innumerables reflejos en las paredes y no se produce un buen seguimientos del frente. De todas formas puede servir para comparar efectos de pared en la sedimentación entre probetas paralelepípedicas y cilíndricas.

La homogeneización en todos los casos se realizará mediante un agitador de inmersión de placa perforada y desplazamiento axial, adecuado a la geometría de la probeta, por ser éste un sistema de probada eficaz.

Otra parte del sedimentógrafo lo constituye el bloque (5) o sistema de detección (ver detalle de la figura 7), el cual comprende una célula fotoeléctrica (6) que tiene la propiedad de variar una resistencia con la intensidad de la luz que sobre ella incide, luz que es emitida por el foco (7), estando éste y la propia célula (6) ubicados en sendos compartimentos iguales determinados en el bloque de detección (5) contando éste con un goniómetro y un sistema artesanal de enfoque (9) de manera que pueda operar por visión directa o por reflexión de la luz sobre el espejo (8) colocado detrás de la propia probeta de sedimentación (4). Esta última opción permite una mayor versatilidad en cuanto a dimensiones, accesorios y fijación de aquella, así como la posibilidad de operar con celdas inclinadas.

Como se ve en la figura 7, el enfoque se hace mediante una tuerca de mariposa (10), que desplaza sendos brazos (11) unidos a los compartimentos de fotocélula (6) y foco (7), sujetos también al bloque por sendas bisagras, (12).

El bloque de detección está montado sobre un soporte (13) de Nylon que se desplaza guiado por dos barras paralelas (14), mediante un tornillo sinfín (15), al cual están acopladas dos poleas regulables, (17) accionadas por el motor (16). Las dos barras y el tornillo están sujetos por dos placas metálicas construidas de manera que permiten la fijación a la estructura y la utilización autónoma, si es preciso del bloque de detección. Este conjunto puede bascular sobre sus guías, formando con la vertical el ángulo que se desee, ángulo medible mediante el goniómetro ya citado.

Por medio del circuito mostrado en la figura 8, se activará el relé RL que cerrará el circuito del motor (16), que a su vez, desplazará el bloque de

seguimiento hasta el punto en que la resistencia aumente y desconecte momentáneamente a dicho relé. Dicho sistema permite ser adaptado al seguimiento del frente de sedimentos mediante un adecuado calibrado de la sensibilidad al umbral o turbidez preestablecido.

Otro componente del sedimentógrafo lo constituye el controlador (18) del bloque de detección (5) citado anteriormente. Tal controlador (18) señala cada maniobra del bloque de detección (5), mediante testigos Luminosos, lo cual permite controlar toda la operación con facilidad y operar manualmente en casos excepcionales.

Este controlador, cuyo esquema eléctrico se representa en la figura 8, cuenta con un interruptor general, tres conmutadores, un fusible y piloto testigo y un regulador de la sensibilidad para la fotocélula.

Los tres conmutadores de dicho controlador son para:

- Seguimiento del frente a través de la fotocélula o movimiento del bloque manualmente, accionado un pulsador.
- Seguimiento del frente (sedimento) o seguimiento del agua, mediante un inversor opcional.
- Desplazamiento manual del bloque de detección.

Otro componente del sedimentógrafo lo constituye el bloque convertidor de señal, siendo esta señal la de altura/diferencia de potencial.

Para traducir a tensión eléctrica la posición instantánea del detector (5) se ha ideado un sistema de resistencia variable con una fuente de alimentación (19) de intensidad constante. La señal de salida es amplificada para alimentar la interface (20).

La resistencia va arrollada exteriormente a un tubo de PVC de 5 cm. de diámetro y 1 m. de largo, en el cual se ha enrollado un hilo conductor en espiras de 1 mm de separación, de manera que posee 1.7 K como máximo y una caída de potencial de 0 a 10 Volt. Esta resistencia está montada paralelamente al sistema de barras, guía y tornillo Sinfín ya descritos. Sobre el bloque de detección (5) se ha dispuesto una patilla conductora que cierra el circuito en cada posición de dicho bloque. La diferencia de potencial es la señal que se transmite al registro (21) y a la interface (20). Se utiliza una interface A/D comercial cuyas características son:

- Resolución: 12 bits.
- Sensibilidad: 0 a 10 voltios.
- Ganancia: 1 ó 10 ó 100 ó 1000.
- Conversión: 15 uS min., 35 uS máx.
- Linearidad:

$\pm 1$  LSB opción standard, monotónico hasta 11 bits.

$\pm 0.5$  LSB opción alta precisión monotónico hasta 12 bits.

Estas condiciones están basadas en condiciones de operación ideales, con componentes standard.

Finalmente, decir que el conjunto se complementa con un ordenador (22), de tal manera que por el volumen de cálculo y por la naturaleza de la conexión se puede utilizar cualquier tipo de ordenador de los existentes en el mercado.

El software consiste en una adaptación del método operativo de la teoría de Kynch y del procedimiento de Yoshioka, lo que permite generar las gráficas de sedimentación y equilibrio del lodo e interpretar esta última, eliminando así todo el trabajo que supone el tomar la gráfica del registro y resolver la situación singular, como se ha venido haciendo en la rutina clásica.

Los datos se pueden conservar en un disco (23), y además imprimir a través de una impresora convencional, disponiéndose de todos ellos en cualquier momento.

De acuerdo con todo lo descrito, las etapas de

la rutina operativa pueden resumirse como sigue:

- a.- Preparar la suspensión según el proceso particular.
- b.- Preparar el floculante según indicaciones del fabricante.
- c.- Floculación y seguimiento del frente. La suspensión se coloca en la probeta y se añade la disolución de floculante adecuada, de acuerdo con los procedimientos estandarizados.
- d.- Se conecta el bloque de seguimiento, el registro y el ordenador, los cuales se encargan, como ya se ha indicado, de tomar datos de altura frente a tiempo. Posteriormente el ordenador tratará los datos según los programas preescritos e imprimirá las gráficas en una impresora.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Sedimentógrafo fotosensible, que constituyendo un dispositivo autónomo y versátil para realizar pruebas de sedimentación discontinuo, de acuerdo con una rutina estandarizada, obteniéndose los datos de forma convencional o mediante procesado e interpretación por un microordenador integrado, **caracterizado** esencialmente porque comprende básicamente un sistema de mezcla y alimentación; unas probetas de sedimentación; un sistema de detección; un controlador del bloque detector citado; un convertidor de señal: altura/diferencia de potencial, y un sistema de tratamiento de datos y registro basado en un ordenador; habiéndose previsto que el conjunto de todos estos elementos esté montado sobre un armazón general metálico, dotado de ruedas que le confiere el carácter autonómico y permite una fácil limpieza y ubicación en el laboratorio; estando el sistema de mezcla y alimentación formado por un tanque que incorpora un agitador para la preparación y homogeneización de las muestras de suspensión problema; siendo las probetas de sedimentación de cualquier tamaño y forma para permitir abordar distintas situaciones de interés práctico; mientras que el sistema de detección está basado en una célula fotoeléctrica mediante la que se realiza el seguimiento del frente de los sedimentos, estando tal sistema de detección controlado por el bloque controlador, el cual está basado en un circuito electrónico que activa un relé encargado de cerrar el circuito de un motor que, a su vez, desplaza el bloque de seguimiento hasta el punto en que la resistencia, variable ésta con la intensidad de la luz que sobre ella incide a través de la fotocélula, aumenta y desconecta momentáneamente el relé, y **caracterizado** además porque el convertidor de señal traduce a tensión eléctrica la posición instantánea del detector, utilizando para ello un sistema de resistencia variable con una fuente de alimentación de intensidad constante, siendo la señal de salida amplificada para alimentar la co-

rrespondiente interfase de acceso al ordenador o sistema de tratamiento de datos y registro.

2. Sedimentógrafo fotosensible, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el bloque o sistema de detección consta de dos compartimentos iguales que alojan la célula y el foco, respectivamente, cuyo bloque está asociado a un goniómetro y un mecanismo de enfoque, de manera que pueda operar por visión directa o por reflexión de la luz sobre un espejo colocado detrás de la probeta de sedimentación; habiéndose previsto que el enfoque citado se realice preferentemente mediante una tuerca de mariposa que desplaza sendos brazos unidos a los compartimentos de la fotocélula y foco, sujetos éstos asimismo al bloque por medio de sendas bisagras, estando dicho bloque de detección montado sobre un soporte que se desplaza guiado por dos barras paralelas, mediante un tornillo sinfín, al cual están acopladas dos poleas regulables y accionadas por el correspondiente motor, estando dichas dos barras y tornillo sinfín sujetos por dos placas metálicas que permiten la fijación a la estructura general y la utilización autónoma, en caso necesario, del propio bloque de detección.

3. Sedimentógrafo fotosensible, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el controlador del bloque de detección comprende básicamente de: un interruptor general, tres conmutadores, un fusible y piloto testigo, y un regulador de sensibilidad para la fotocélula; con la particularidad de que los tres conmutadores sirven para el seguimiento del frente a través de la célula fotoeléctrica, para el seguimiento del frente mediante un inversor, y para el desplazamiento manual del bloque de detección.

4. Sedimentógrafo fotosensible, de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el ordenador está asociado a las correspondientes unidades de discos para el almacenamiento de datos, así como a una impresora para registrar e imprimir tales datos y resultados obtenidos.

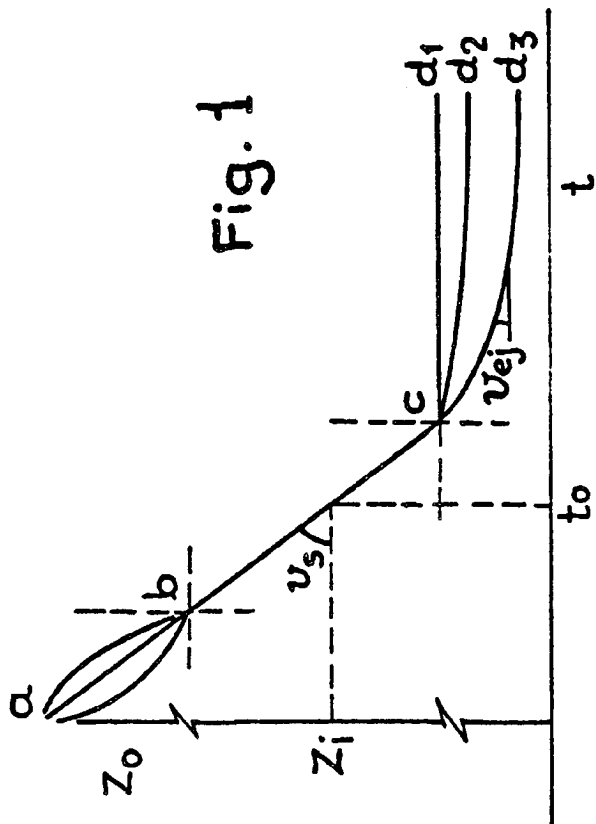


Fig. 1

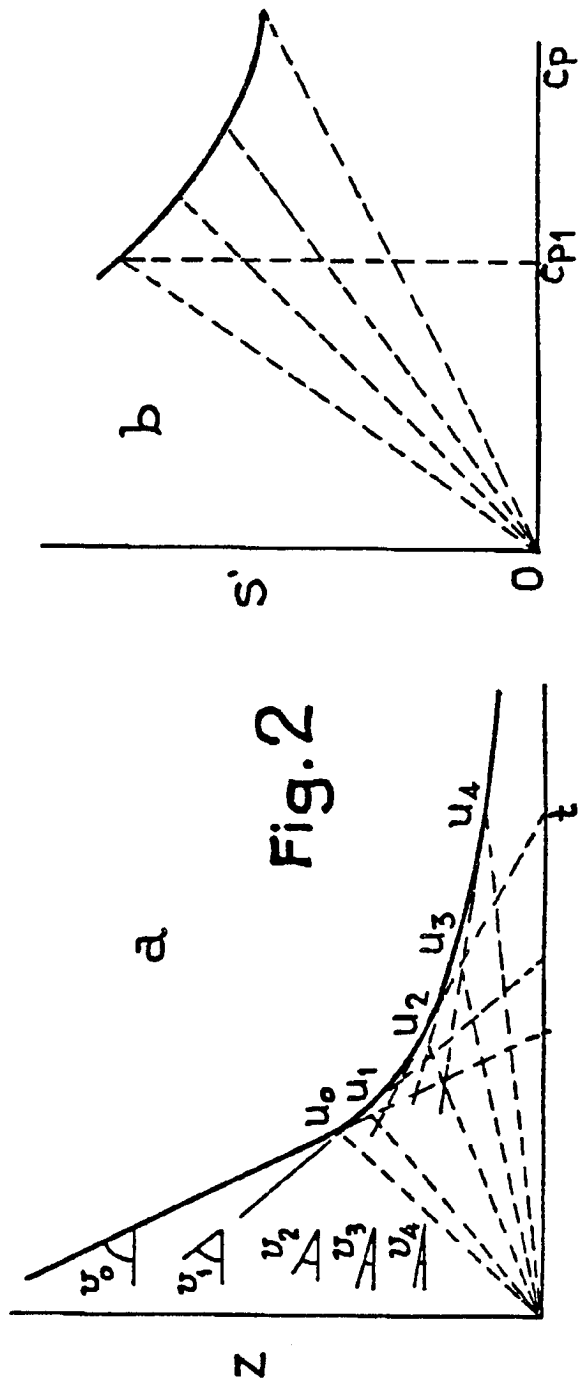
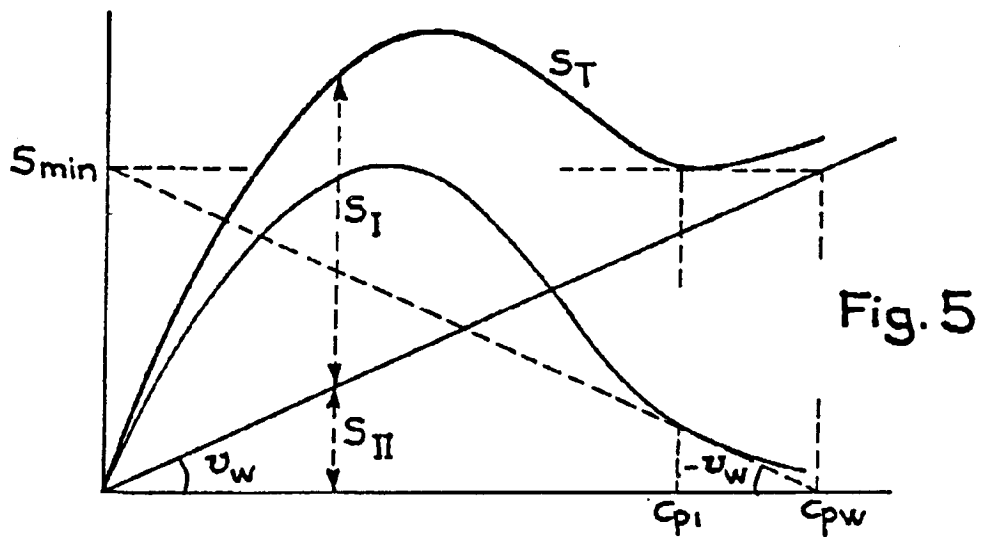
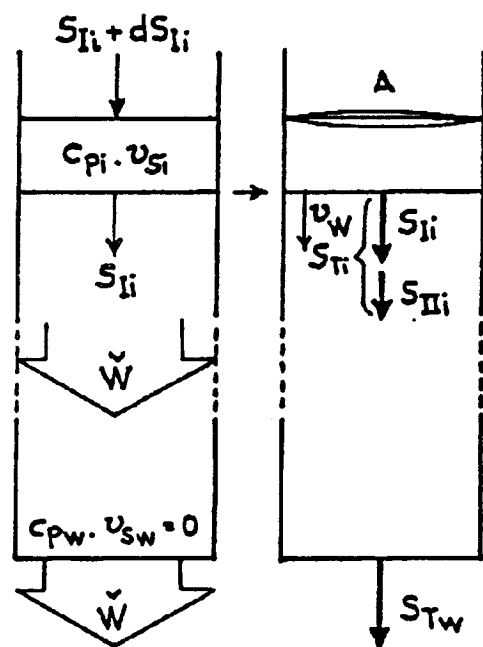
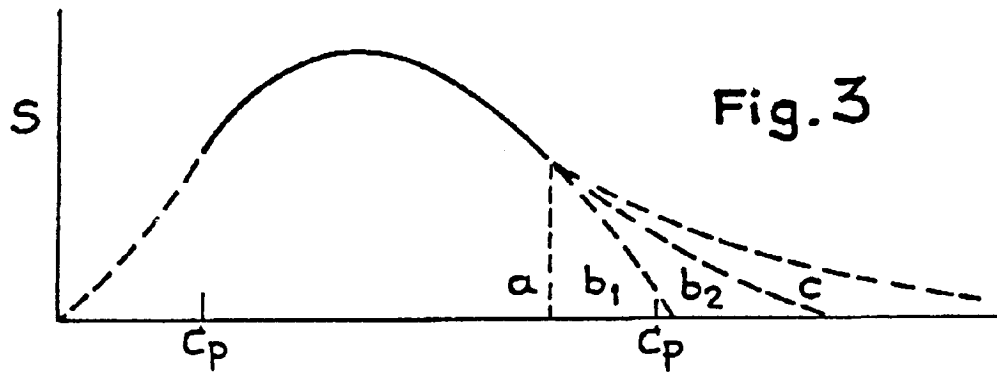


Fig. 2



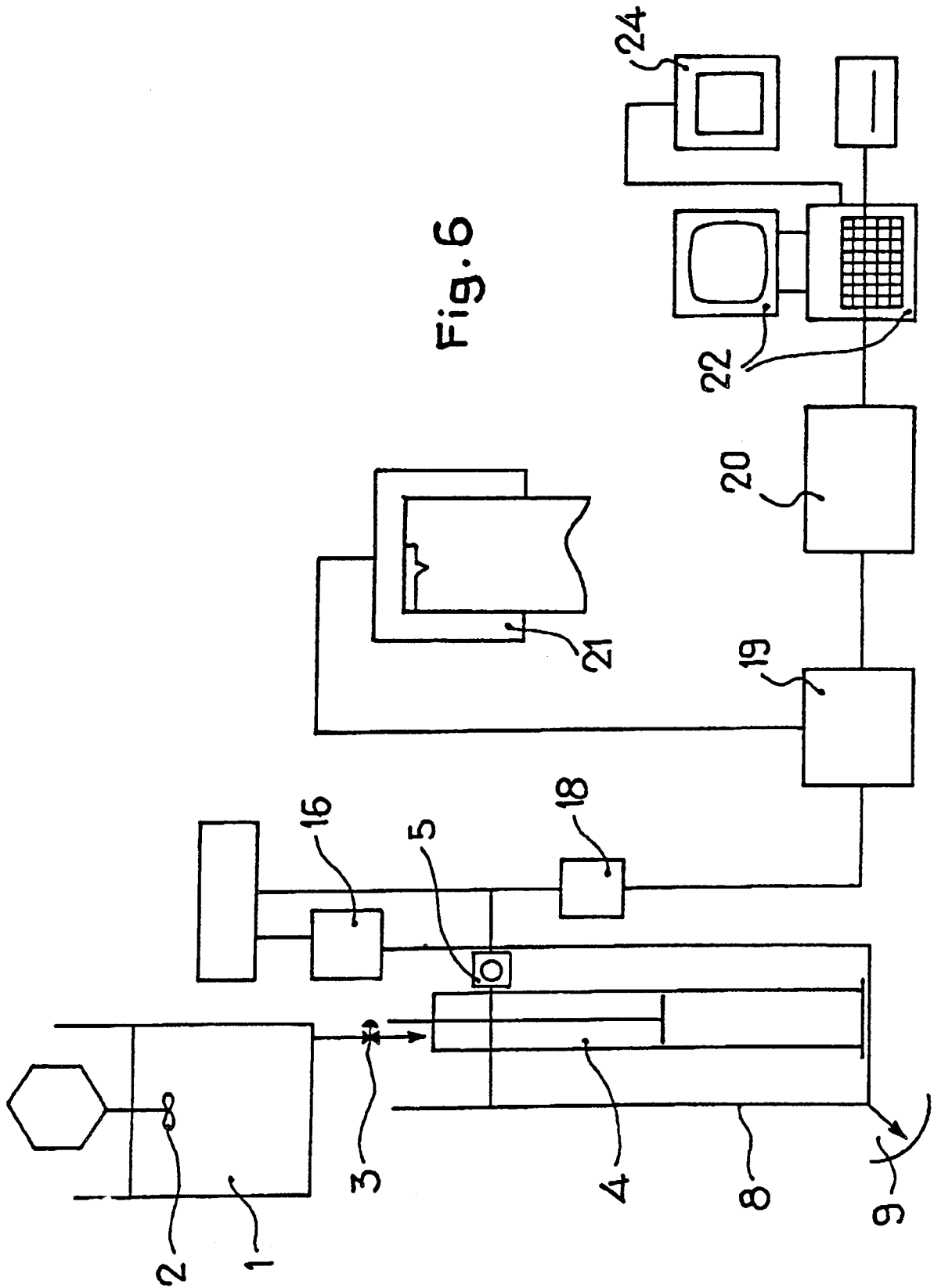


Fig. 6

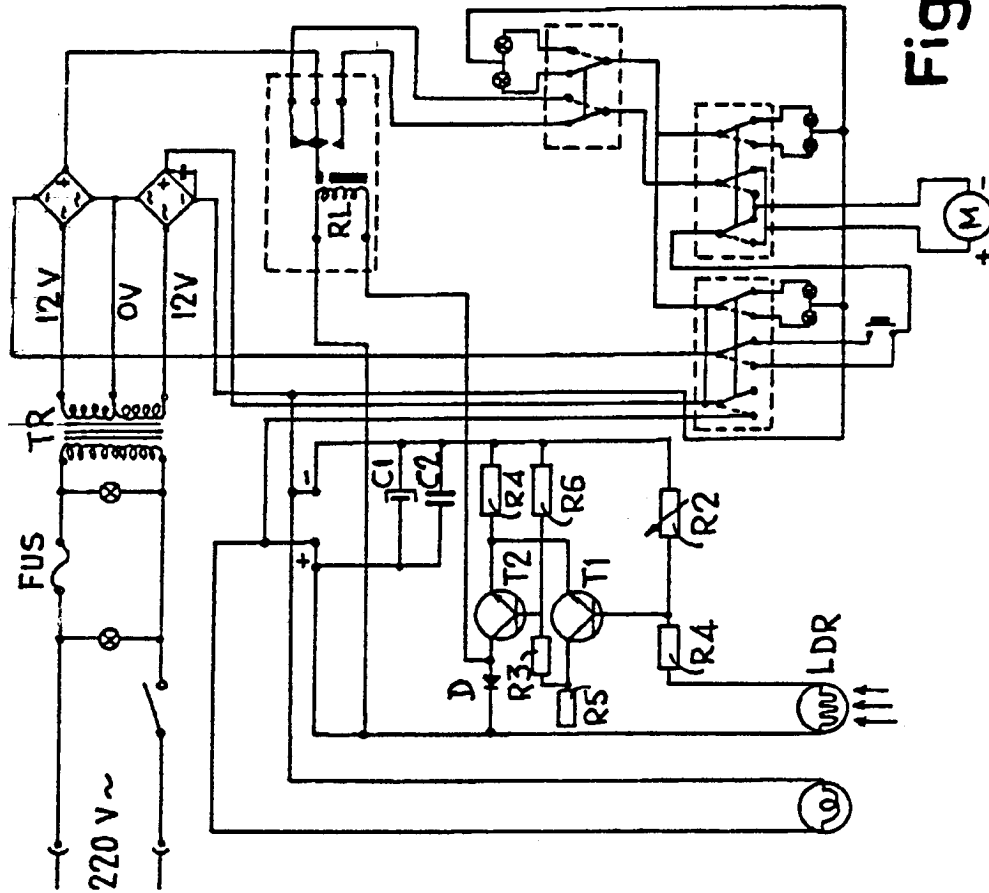


Fig. 8

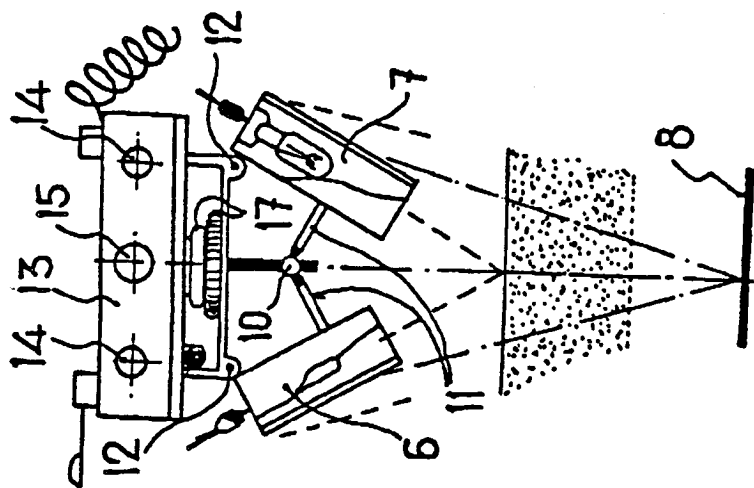


Fig. 7