

PATENTE DE INVENCION
=====

Your ref: No. 38614/McM-54.

353658



Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en sistemas de estabilizacion
de balanceo para buques!"

Solicitante: FLUME STABILIZATION SYSTEMS, INC., entidad norteamericana, residente en: 1118 Clinton Street, Hoboken, New Jersey 07030, EE. UU. de A.

5. La presente invención se relaciona con esta bilizadores pasivos de tanque y más particularmente con subestabilizadores del tipo de superficie libre, en el cual, en virtud de la geometría del tanque y del nivel líquido del medio estabilizante contenido en aquél,



dicho líquido oscila con una frecuencia natural igualada al balanceo del buque.

- A comienzos del siglo XX, se realizaron importantes avances en el arte de la estabilización del balanceo de buques en el mar, principalmente mediante las contribuciones de Herman H. Frahm. El estabilizador de Frahm, comúnmente conocido por tanque pasivo del tipo de tubo en U, se caracterizaba por un par de tanques laterales opuestos, interconectados por un estrecho conducto que se extendía desde el fondo de los tanques laterales, alrededor del fondo del buque, hasta el fondo del tanque opuesto. En diseños ulteriores, se confinó la totalidad del tanque entre cubiertas de un buque, pero el conducto de interconexión continuaba teniendo una altura que permitía confinar al líquido en el conducto transversal. Con esta disposición, los tanques de Frahm oscilaban a una frecuencia sintonizada con el balanceo del buque, de manera que el momento estabilizante se aplicaba primeramente en una dirección y luego en la otra, dependiendo de la posición angular del buque. En vista de la posición básica de Frahm de que un buque se balancea a su propia frecuencia independientemente del mar, el sistema de Frahm operaba en general satisfactoriamente cuando el buque se balanceaba a su frecuencia natural o prevista. Sin embargo, la razón principal de la caída en desuso de los tanques de Frahm fué la de que cuando el buque era balanceado a una frecuencia distinta a la suya natural, los tanques incrementaban el balanceo, o lo introducían, creando así una condición insegura en el mar. Se realizaron cambios correctivos en el diseño incorporando una válvula manual ó auto
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

29 MAYO 1964



- máticamente controlada en un conducto de aire transversal que comunicaba con las partes superiores de los tanques laterales. Un operario, al detectar una variación en la frecuencia del balanceo, o tras detectar visualmente un cambio en la frecuencia de las olas, accionaba la válvula para obstruir el paso de aire y de esta manera tratar de amortiguar la transferencia de líquido entre los tanques laterales. Esta técnica no sólo resultó insatisfactoria desde el punto de vista de la estabilización, sino que además era de un funcionamiento insoportablemente ruidoso.
- 5.
- 10.

- Después del período de Frahm, el arte pasó desde los estabilizadores de tanques al uso de aletas activadas, tales como las del tipo instalado en el Queen Mary, que aunque resultaban extremadamente costosas de construir e instalar, funcionaban satisfactoriamente cuando el buque estaba en movimiento. Debido a los excesivos gastos de instalación y mantenimiento y al indeseable efecto de tales aletas sobre la velocidad, aquéllas han tenido un uso sólo limitado.
- 15.
- 20.

- Con la aparición de los buques rastreadores de proyectiles dirigidos a finales de los años cincuenta, surgió la necesidad de un estabilizador que funcionase cuando el buque se encuentra sustancialmente en reposo. Para satisfacer esta necesidad, se creó y patentó un estabilizador de tanque pasivo, expuesto en la patente estadounidense nº 3.054.373. A diferencia de los tanques de Frahm, esta última creación se basa solamente en el amortiguamiento hidrodinámico para controlar el paso de líquido desde un extremo del tanque al otro. El tanque
- 25.
- 30.

- se caracteriza por tener sustancialmente la misma altura en su totalidad, llenándose parcialmente de una masa líquida, de manera que quede un espacio de aire encima del líquido, proporcionando así a éste una condición superficial libre a todo lo largo del tanque. El control de sintonización se efectúa ajustando la altura del líquido. A diferencia de los tanques de Frahm, la curva de respuesta para el estabilizador es sustancialmente plana. Cuando se diseñan los parámetros de los tanques, se realiza cierto sacrificio en el rendimiento en las proximidades de la resonancia, para conseguir unos adecuados resultados cuando el buque es balanceado con fuerza por encima o debajo de dicha resonancia. Así aunque un buque estabilizado por el tanque de superficie libre tiene una amplitud de balanceo ligeramente mayor en la resonancia que el mismo buque estabilizado con un estabilizador de tipo Frahm, el tanque de superficie libre convencional no desestabiliza al buque en la misma medida que el tanque de Frahm a elevadas y bajas frecuencias apartadas de la frecuencia resonante.
- Es generalmente sabido que el tanque de superficie está convirtiéndose actualmente en el modelo standard para la industria, habiéndose instalado tanques de este tipo en más de 300 buques desde 1960. Sin embargo, un tanque de superficie libre con su geometría fija presenta la desventaja de que, aunque sus características de rendimiento son mucho mejores que las del sistema de tipo Frahm a elevadas y bajas frecuencias, el tanque convencional sigue introduciendo una amplitud de balanceo ligeramente mayor en el buque a estas frecuencias, res-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



pecto al tanque desactivado. Además, como el tanque ha de diseñarse de manera que introduzca sustanciales intensidades de amortiguamiento al líquido del tanque para la supresión de la desestabilización en los extremos de frecuencia de balanceo (particularmente la frecuencia baja), la magnitud del momento de estabilización a la frecuencia resonante queda indebidamente suprimida.

La presente invención mejora el tanque la superficie libre convencional proporcionando por primera vez un tanque de superficie libre amortiguado y variable, que detecta la frecuencia y amplitud de balanceo del buque y automáticamente controla el amortiguamiento, de manera que éste se reduce cuando el buque se balancea cerca de la resonancia y se eleva al máximo dicho amortiguamiento para desactivar por completo al tanque cuando el buque se balancea más allá de un límite de frecuencia. El amortiguamiento puede ajustarse variablemente en grados intermedios a específicos niveles de frecuencia entre el límite de frecuencia y la resonancia.

Para conseguir estos resultados, la presente invención proporciona un tanque de superficie libre pasivo con una válvula o compuerta de control a motor, desplazable entre posiciones totalmente abierta y totalmente cerrada. Una unidad de detección y control automáticos, preferiblemente de tipo giroscópico, detecta el balanceo del buque y produce señales de magnitud predeterminada correspondientes a la frecuencia del balanceo y, en algunos casos, correspondiente a la amplitud del mismo. Cuando el buque se balancea cerca de la resonancia (que a efectos de esta descripción es sinónima de la frecuencia de



- balanceo natural), la unidad controla al motor para abrir la compuerta en la mayor amplitud posible a fin de comunicar un amortiguamiento mínimo y permitir un máximo paso de líquido a través de ella, con el resultado de un máximo momento estabilizante. Cuando el buque se balancea a una frecuencia inferior a mínimo predeterminado y, en algunos casos, por encima de una frecuencia máxima predeterminada, la unidad controla al motor para cerrar por completo la compuerta, desactivando así al tanque y evitando que éste desestabilice al buque. En este momento, el buque es estabilizado en virtud de su inherente estabilidad estática. A niveles intermedios de frecuencia, la unidad de control desplaza funcionalmente la compuerta a posiciones intermedias, a fin de comunicar unas intensidades de amortiguamiento controladas y predeterminadas, que dependen de la frecuencia de balanceo detectada.
- 5.
- 10.
- 15.

Es por consiguiente un objeto principal de la presente invención proporcionar un estabilizador de tanque de superficie libre variablemente amortiguado, que ofrece las ventajas y resuelve los problemas anteriormente señalados.

20.

Otros objetos de la invención resultarán evidentes con la siguiente descripción detallada, considerada en relación a los adjuntos dibujos, en los cuales:

La figura 1, es una sección horizontal de un tanque, de acuerdo con la presente invención, y parte del casco del buque.

25.

La figura 2, es una sección vertical transversal efectuada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1.

La figura 3, es una sección vertical longitudi-

30.



nal efectuada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1.

- Las figuras 4 y 5, son gráficos que ilustran las características de amplitud y frecuencia de un buque sin estabilizar, y de buques estabilizados con varias configuraciones estabilizadoras que incluyen la presente invención; y
- 5.

La figura 6 es un típico diagrama esquemático en bloques de un ejemplo del aparato de detección y control para la invención.

10. Con referencia a las figuras 1 a 3, una versión preferida de la invención incluye un estabilizador de tanque pasivo indicado en su conjunto por 10, dispuesto entre cubiertas adyacentes 12 y 14 del buque 16 y extendido desde un lado del casco al otro. La altura del tanque 10 es en general uniforme en toda su extensión y una masa de líquido 18 llena parcialmente el tanque 12 hasta un nivel ajustado de manera que la frecuencia natural de la oscilación del líquido del tanque se iguale a la frecuencia de balanceo del buque. La anchura (de proa a popa) del tanque 10 está determinada por la particular capacidad volumétrica y geometría seleccionadas para adaptarse mejor al particular buque objeto de estabilización. El líquido puede ser de cualquier clase adecuada, tal como agua dulce, agua salada, petróleo de tanque, combustible, etc.
- 15.
- 20.

25. De acuerdo con los principios de la patente estadounidense nº 3.054.373, el tanque 10 está dividido en dos tanques laterales 11 y un canal de interconexión 13 mediante cuatro miembros verticales 32 alineados en pares y espaciados del centro y extremos del tanque. Los miembros 32 se extienden desde el fondo del tanque hasta una
- 30.



altura bastante superior a la superficie estática de la masa 18 y presentan unos extremos 34 mutuamente orientados entre sí y espaciados uno de otro formando unos conductos ó pasos 36, estando vueltos hacia el exterior a efectos hidrodinámicos. El área en sección transversal de la abertura 36 está diseñada de manera que los miembros 32 comuniquen cierto amortiguamiento al paso de líquido a través de aquélla. Por razones que se explican más adelante, el amortiguamiento proporcionado por los miembros 32 deberá ser inferior al ofrecido por los tanques de la patente estadounidense nº 3.054.373.

De acuerdo con la invención, se dispone un conjunto 20 de control de amortiguamiento e interrupción en el centro del tanque. Dicho conjunto puede tener cualquier forma adecuada, tales como las de puertas deslizantes, aletas horizontales o verticales giratorias, etc. Un conjunto preferido es el formado por un par de placas verticales 22 extendidas desde el suelo del tanque 10 hasta las paredes anterior y posterior del mismo, a una altura adecuadamente superior al nivel estático esperado del líquido contenido en el tanque. Una placa valvular ó compuerta 24 sostenida para su rotación alrededor de un árbol vertical 26 entre las placas 22, es funcionalmente desplazable entre posiciones perpendiculares y generalmente paralelas respecto a las placas 22, es decir a unas posiciones abierta y cerrada, respectivamente. La distancia D deberá seleccionarse de manera que la compuerta 24, cuando se encuentre en posición parcialmente abierta, coopere con los miembros 32 para comunicar amortiguamiento al paso de líquido.



La compuerta 24 es accionada por un motor reversible 28 que recibe señales de control de una unidad giroscópica 31 que detecta la frecuencia del balanceo del buque y genera una señal de control que acciona al motor

5. 28 para efectuar la rotación de la compuerta 24 a la posición totalmente abierta, totalmente cerrada ó cualquiera de una serie de posiciones intermedias. De ésta manera, el conjunto 20 funciona variando el amortiguamiento comunicado al líquido del tanque y en algunos casos sirve para

10. desactivar por completo al tanque. Se comprenderá que puede disponerse más de uno de tales conjuntos 20 y más de un motor de control para ellos, según se desee. Pueden disponerse medios mecánicos (no mostrados) para impulsar a la compuerta hacia la posición cerrada, de manera que

15. las mitades del tanque queden aisladas en el caso de fallo de energía. El motor 28 está alojado dentro de un espacio formado en la parte superior del tanque por una placa plana 30 sostenida por las partes superiores de las placas 22 y 32 y unida rígidamente a la parte superior

20. del tanque mediante diafragmas transversales 38 y placas longitudinales 40, estando provistas éstas últimas de aberturas 42 para permitir el libre paso de aire y reducir el peso del conjunto.

A fin de conseguir un funcionamiento suave y

25. seguro en el conjunto de amortiguamiento e interrupción 20, es preferible que la unidad 31 promedie la frecuencia de los diez (ó otro número adecuado) anteriores ciclos de balanceo y genere señales de control en consecuencia. De esta manera, el estabilizador evitará el movimiento

30. pendular y no será adversamente afectado por efectos



transitorios, como ocurriría si el conjunto 20 respondiese solamente a la frecuencia de cada ciclo de balanceo.

- La unidad 31 puede comprender cualquier dispositivo mecánico ó eléctrico adecuado, ilustrándose en la figura 6 un ejemplo de ella. El suministro de energía 71 aplica ésta al sistema. Una etapa transductora de detección 72 detecta el ritmo y magnitud del balanceo y produce en consecuencia una señal sinuosa. El transductor pasa esta señal a la etapa computadora 74, que es programada por los interruptores manualmente ajustados del panel de control 76, que posee una capacidad de conmutación dominante. El computador desarrolla automáticamente las señales de control de la compuerta de acuerdo con los ajustes de los interruptores de control y recibe señales del transductor, aplicándolas al motor 28. En respuesta a ellas, el motor 28 abre, cierra ó desplaza a la compuerta 24 a cualquiera de una serie de posiciones intermedias. Además de la técnica de promediado anteriormente indicada, el computador 74 puede generar también una señal de "mantenimiento" para fijar la compuerta 24 en posición siempre que la magnitud detectada del balanceo sea inferior a un valor predeterminado, independientemente de la frecuencia del mismo.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- El funcionamiento de la invención se comprenderá mejor con referencia a la figura 4. En dicha figura se ilustra con trazo continuo la típica curva característica de amplitud-frecuencia para el buque no estabilizado. La amplitud del balanceo es máxima en la resonancia, F_0 , es decir cuando la frecuencia de las olas se iguala a la frecuencia natural de balanceo del buque. Puede verse que
- 25.
- 30.



- debido a la estabilidad estática del buque, la amplitud del balanceo a frecuencias bastante superiores e inferiores a F_0 desciende sólo a una fracción de la correspondiente a la resonancia. También se ilustra en dicha figura con trazo discontinuo la curva relativa al estabilizador Frahm típico, con su doble protuberancia característica abarcando a la frecuencia resonante. Se ve por lo tanto claramente que el estabilizador tipo Frahm introduce más amplitud de balanceo en las zonas de alta y baja frecuencia, respecto al caso del buque no estabilizado. Sin embargo, el estabilizador tipo Frahm no consigue buenos resultados cerca de la resonancia.
- 5.
- 10.

- También se muestra en la figura 4 la curva A relativa a un típico tanque pasivo de superficie libre del tipo descrito en la patente estadounidense nº 3.054.373, que muestra una adecuada reducción del balanceo cerca de la resonancia y unos resultados muy superiores a elevadas y bajas frecuencias, respecto al caso del estabilizador tipo Frahm.
- 15.

- Las características de balanceo en amplitud-frecuencia de un buque estabilizado por la presente invención se representan mediante la curva B. Cuando el buque se balancea a una frecuencia próxima a la resonancia (F_0), la unidad de control 31 acciona al motor 20 para abrir la compuerta 24 al máximo. Con la compuerta 24 completamente abierta, el tanque comunica un mínimo amortiguamiento al paso del líquido, de manera que se crea un momento estabilizante en oposición al balanceo. Debido al funcionamiento de la invención a elevadas y bajas frecuencias, como más adelante se describe, la magnitud de este amortigua
- 20.
- 25.
- 30.



miento mínimo (creado por todos los miembros internos 32, 22, 24) es inferior a la creada por el tanque de superficie libre convencional de la patente estadounidense

nº 3.054.373. Por consiguiente, para unas frecuencias

5. próximas a F_0 , la curva B tiene una magnitud inferior a la curva A. Al igual que el tanque de dicha patente, la invención está ideada de manera que el líquido del tanque oscila con un sustancial desfase respecto al balanceo del buque, es decir hasta un desfase teórico de 90°.

10. Cuando la unidad de control giroscópica 31 detecta un balanceo del buque por debajo de F_4 ó por encima de F_5 , genera una señal suficiente para cerrar la compuerta 24 en una medida que corresponde a la magnitud en que dicha frecuencia se aparta de F_4 ó F_5 . Así, al balancearse el buque a frecuencias decrecientes inferiores y respecto a F_4 ó a frecuencias crecientes superiores y respecto a F_5 , la compuerta 24 es girada a posiciones más cerradas para bloquear correspondientemente el paso del líquido. Como resulta evidente por la figura 4,

15. el efecto del cierre de la compuerta 24 en las regiones de $F_1 - F_4$ y $F_5 - F_8$ es un cambio de la curva de respuesta hacia la del buque sin estabilizar en los límites de frecuencia. Ejemplos de posición de la compuerta-frecuencia de balanceo; son los siguientes:

20. Ejemplos de posición de la compuerta-frecuencia de balanceo; son los siguientes:

25.	<u>Frecuencia de balanceo</u>	<u>Posición de la compuerta.</u>
	F_1 e inferiores	Totalmente cerrada
	próxima a F_2	Abierta en 1/3
	próxima a F_3	Abierta en 2/3
	F_4 y superiores	Totalmente abierta
30.	F_5 e inferiores	Totalmente abierta



próxima a F_6	Abierta en $2/3$
próxima a F_7	Abierta en $1/3$
F_8 y superiores	Totalmente cerrada

5. Si el control detecta un balanceo del buque a F_1 ó inferior o bien a F_8 ó superior, la compuerta 24 se cierra totalmente para desactivar así el estabilizador, de manera que el buque se balancee con una característica inestabilizada, que constituye una mejora sobre los tanques de superficie libre convencionales y naturalmente sobre el estabilizador de tipo Frahm. Cuando la compuerta 24 se cierra por completo para desactivar al tanque, las placas 32 facilitan el reposamiento del líquido a cada lado respectivo de la compuerta 24.

15. Otro modo de funcionamiento de la invención implica la estabilización de buques de período corto. Para estos buques, puede colocarse un mayor volumen de líquido en el tanque respecto al requerido para sintonizar el mismo líquido y el balanceo del buque. Normalmente, tal operación sería perjudicial para el funcionamiento del tanque a bajas frecuencias, pero beneficioso para el rendimiento del tanque a una frecuencia próxima a F_0 y superiores. Véase la curva C en la figura 5. Pero con la invención se obtienen buenos resultados sobre toda la gama de frecuencias efectuando la curva D a frecuencias inferior a F_5 . Para formar la curva D, la invención funciona como sigue:

<u>Frecuencia de balanceo</u>	<u>Posición de la compuerta</u>
F_1 e inferiores	Totalmente cerrada
próxima a F_2	Abierta en $1/4$
30. próxima a F_3	Abierta en $1/2$



próxima a F₄
F₅ y superiores

Abierta en 3/4
Totalmente abierta

- Así, queda descrito un nuevo y perfeccionado estabilizador de tanque pasivo de superficie libre variablemente amortiguado, diseñado para un rendimiento óptimo en las proximidades de la frecuencia resonante, sin consecuencia para el efecto de desestabilización que pudiera ejercer en condiciones de balanceo forzado a elevada ó baja frecuencia. Además, la invención proporciona medios para comunicar intensidades variables de amortiguamiento al líquido del tanque a niveles de frecuencia prescritos, de manera que el buque funcione con una estabilidad perfeccionada. Se comprenderá que pueden introducirse varias modificaciones y cambios en el ejemplo de la presente invención aquí descrito, sin apartarse del espíritu y ámbito de aquélla.
- 5.
- 10.
- 15.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Norteamérica, con fecha 8 de mayo de 1967, bajo el número Ser. No. 636.780, acciéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre:
- 20.
- 25.
- 30.
- "PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE ESTABILIZACION DE BA-



LANCEO PARA BUQUES"; caracterizándose por lo siguiente:

5. 1.- Perfeccionamientos en sistemas de estabilización de balanceo para buques, caracterizados porque cada sistema comprende un tanque alargado, una masa de líquido con superficie libre, que llena parcialmente el tanque hasta un nivel al que éste comunica al buque un momento estabilizante sincronizado y oscilante cerca de la frecuencia natural del mismo; medios de cierre que incluyen un conjunto que se sitúa dentro del tanque, con sus extremos espaciados para aislar y permitir selectivamente la comunicación del líquido a lo largo del recorrido del mismo dentro del tanque; y medios de detección y control para detectar la frecuencia de balanceo del buque y cerrar por completo el conjunto citado a fin de desactivar el tanque cuando el buque se balancea a una primera frecuencia apartada de su frecuencia natural a la que el líquido del tanque desestabilizaría al buque, de manera que éste se balancee con una amplitud que dependa principalmente de la estabilidad estática del mismo.
- 10.
- 15.
20. 2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque los medios de detección y control efectúan una primera apertura de dichos medios de cierre cuando el buque se balancea a una segunda frecuencia entre la frecuencia de balanceo natural del mismo y la primera frecuencia citada, a fin de permitir el paso del líquido en el tanque con un primer grado de amortiguamiento hidráulico.
- 25.
30. 3.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque la unidad de detección y control efectúa una segunda apertura del conjunto de cierre supe-



- rrior a la primera apertura, cuando el buque se balancea con una tercera frecuencia comprendida entre la frecuencia de balanceo natural del mismo y la segunda frecuencia citada, a fin de permitir el paso de líquido en el tanque
5. con un segundo grado de amortiguamiento hidráulico inferior al primer grado citado.
- 4.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque el tanque comunica un amortiguamiento hidráulico fijo al líquido contenido en él, de manera que la variación del conjunto de cierre varíe el amortiguamiento hidráulico total en el tanque.
10. 5.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 4, caracterizados porque dicho conjunto de cierre se abre por completo cuando se encuentra en la segunda posición de apertura, de manera que el amortiguamiento hidráulico en el tanque es mínimo.
15. 6.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados porque la geometría del tanque es tal que cuando el conjunto de cierre se abre por completo, el líquido del tanque es infra-amortiguado para un máximo paso volumétrico por ciclo de balanceo.
20. 7.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 3, caracterizados porque el nivel de líquido se ajusta de manera que la oscilación natural del mismo se sintonice con el balanceo del buque al abrirse por completo el conjunto de cierre y se comunique un amortiguamiento mínimo al paso del líquido.
25. 8.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 7, caracterizados porque la primera y segunda frecuencias mencionadas son inferiores a la frecuencia de balanceo na-
- 30.

29 MAY 1968



- 17 -

tural del buque.

5. 9.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 7, caracterizados porque la primera y segunda frecuencias mencionadas son superiores a la frecuencia de balanceo natural del buque.

10. 10.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 3, caracterizados porque el nivel del líquido se selecciona por encima del requerido para sintonizar la frecuencia de oscilación del líquido del tanque con el balanceo del buque y la primera y segunda frecuencias citadas son inferiores a la frecuencia de balanceo natural de aquél.

15. 11.- Perfeccionamientos en sistemas de estabilización de balanceo para buques; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid, 29 MAYO 1968

FLUME STABILIZATION SYSTEMS, INC.

J. GOMEZ R. BO Y ROSSI
Firmado en Madrid el día 29 de Mayo de 1968

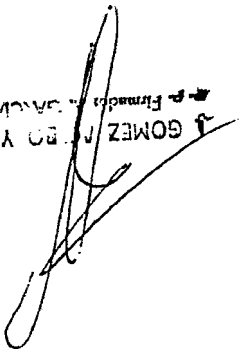




FIG. 1.

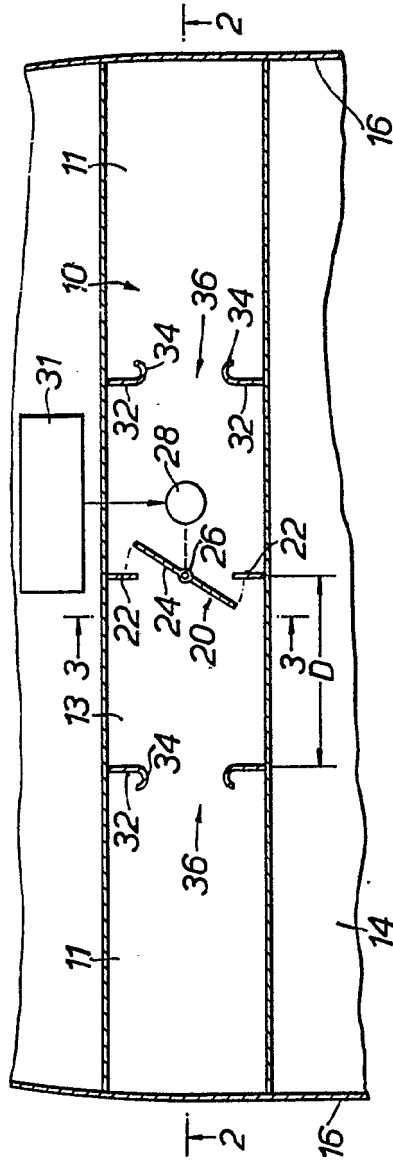


FIG. 3.

SCALA
VARIABLE

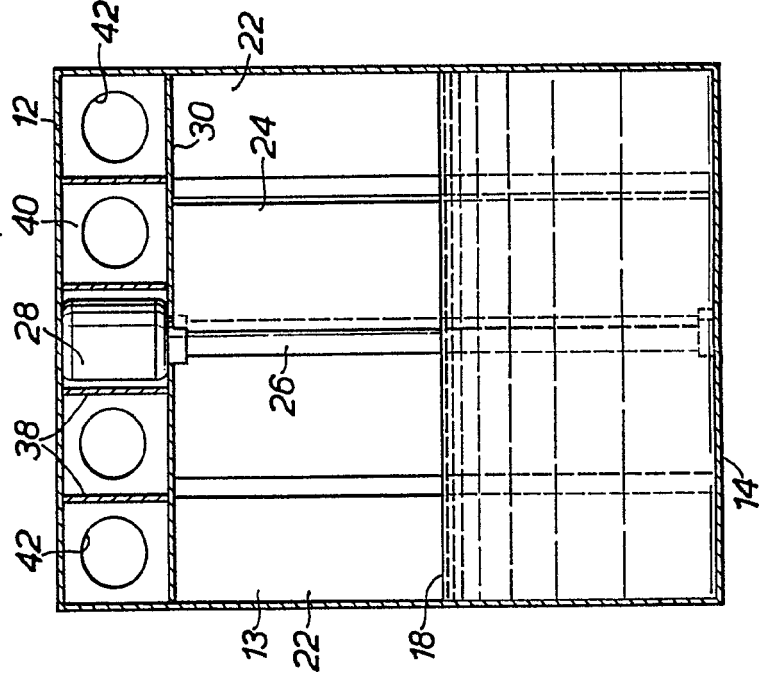
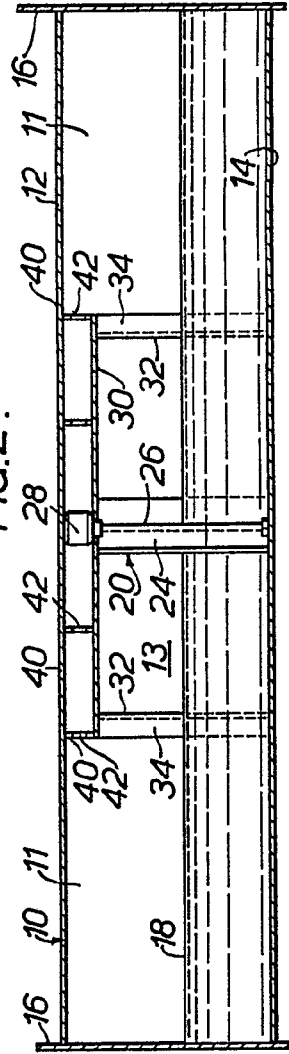


FIG. 2.



29 MAY 1969

Madrid

CIENSA Y TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
"JOSÉ A. CEBALLOS ZENÓN"

FIG. 1.

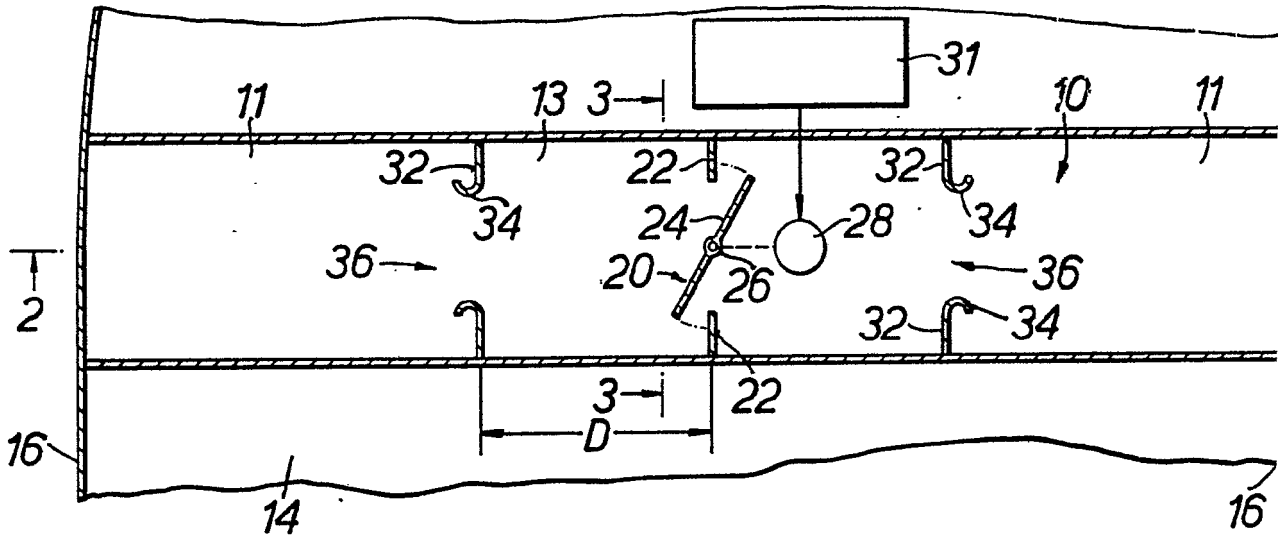


FIG. 2.

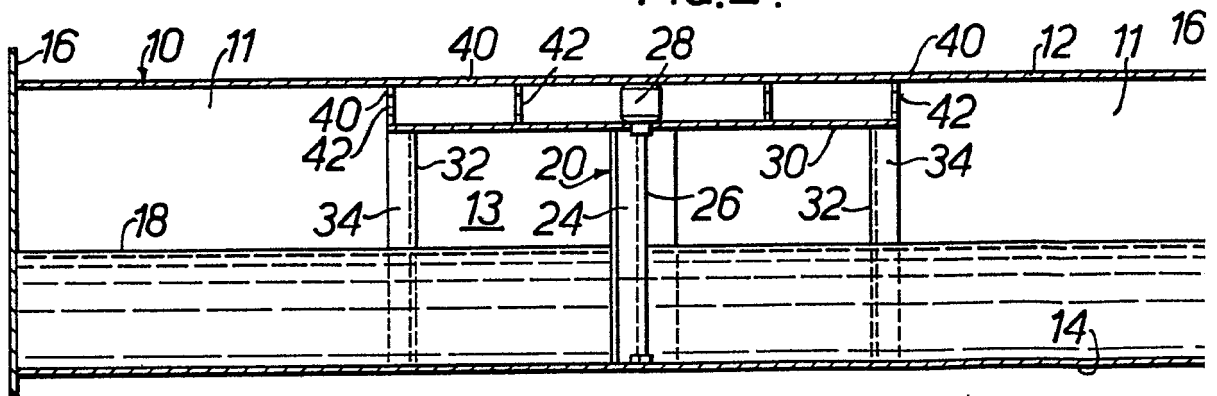
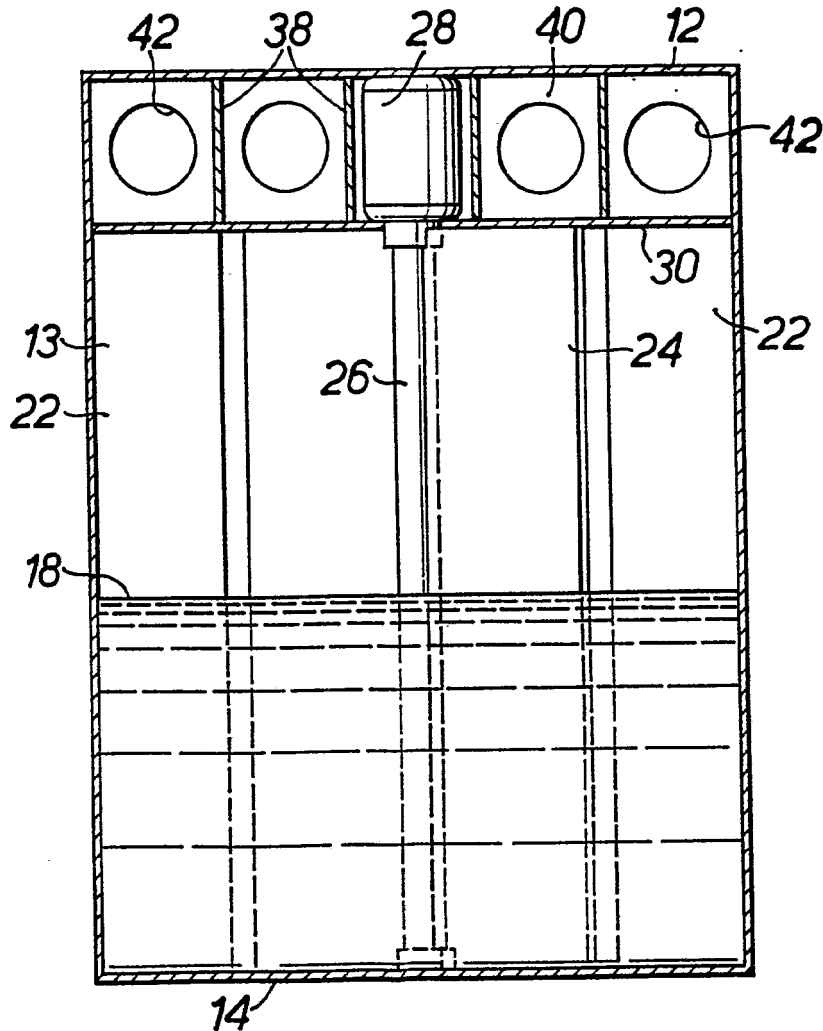
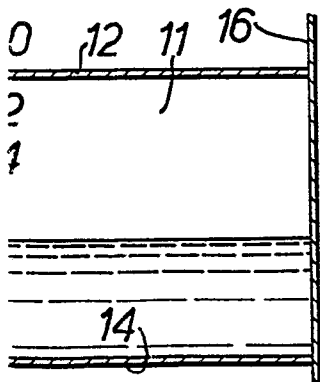
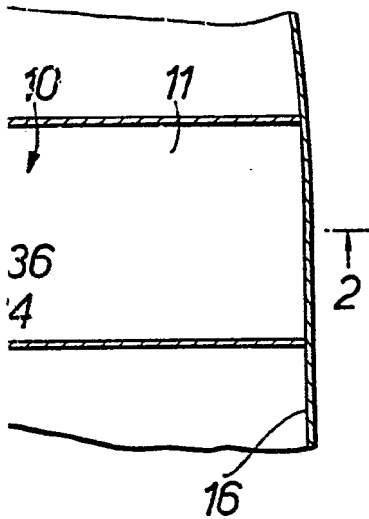




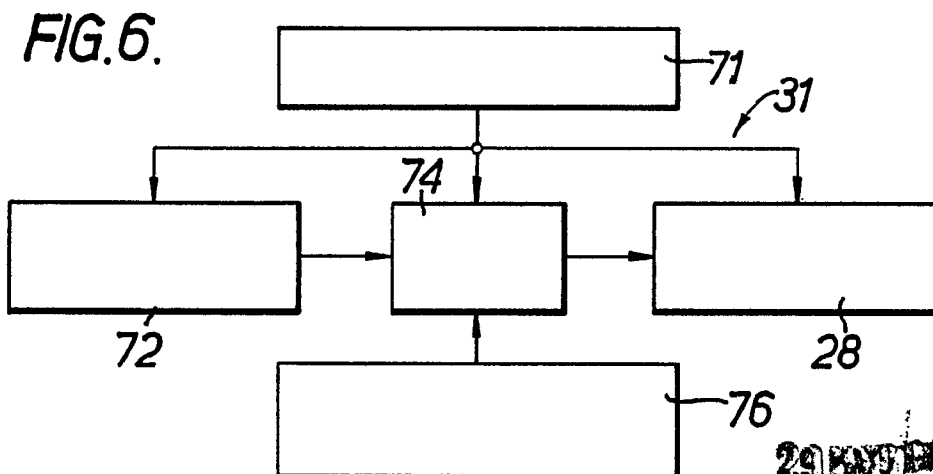
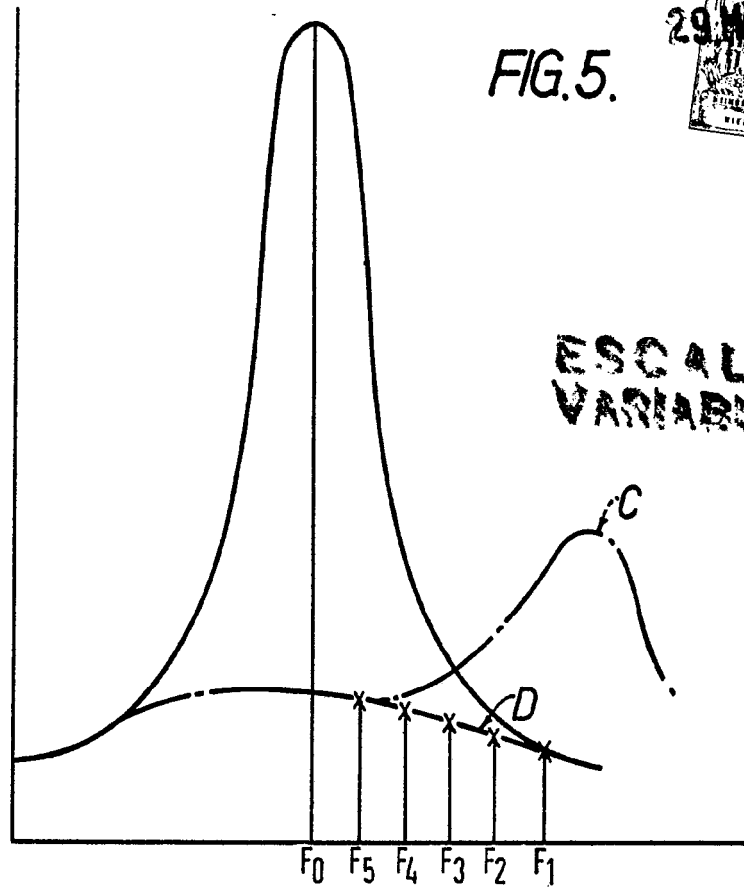
FIG.3.

ESCALA VARIABLE



Madrid 29 MAY 1969

GÓMEZ-FERRO Y MODELL
C/ de Filadelfia, 11. GARCÍA BARRIO



Madrid

29 MAY 1968
GÓMEZ ACEDO Y MOJER
INGENIEROS DE CÁLCULO Y DISEÑO