

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y según el contenido de la Memoria adjunta

ES 473.268

NUMERO 473.268

FECHA DE PRESENTACION 12-Septiembre-1978

AI

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 77/3154	13-9-77	Noruega

43 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL E02B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
"DISPOSICION PERFECCIONADA PARA CONCENTRAR LAS OLAS DEL MAR"

71 SOLICITANTE (S)
SENTRALINSTITUTT FOR INDUSTRIELL FORSKNING (O.No. 39.086 Sak 48)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Forskningsveien 1, Oslo 3, Noruega

72 INVENTOR (ES)
Even Mehlum

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-69.910)

A lo largo del tiempo se han expuesto una serie de propuestas para la utilización de la energía contenida en las olas formadas en el agua, en particular en las olas del mar. La producción de energía sobre la base de las olas del mar ha suscitado un interés renovado en los últimos años, debido a los problemas de suministro de energía en el futuro.

Una desventaja de la energía de las olas del mar tal como está disponible en la naturaleza es que la densidad de energía es baja, lo cual se refleja en las construcciones bastante grandes, y por consiguiente costosas, que han sido propuestas para transformar la energía del movimiento de las olas en energía eléctrica, por ejemplo. Ciertos intentos para obtener una recogida o concentración de la energía de las olas a lo largo de una longitud del frente de la ola se han ilustrado, por ejemplo, en la Patente para los EE.UU. número 2.441.759 y en la Solicitud de Patente alemana publicada número 2.507.330. Estas dos propuestas están dirigidas hacia el empleo de canales de forma de embudo, los cuales se estrechan hacia un área limitada en la cual puede tener lugar la utilización de la energía de las olas. Es evidente que las construcciones de esta clase no pueden ser llevadas a la práctica con dimensiones de un tamaño significativo para fines de suministro de energía, dado que las dificultades técnicas y las consideraciones económicas impondrán un límite en tales disposiciones.

El presente invento está basado en una idea bastante diferente a las anteriores propuestas y abre posibilidades para la recogida o concentración de la energía

de las olas del mar de longitudes considerablemente mayores del frente de la ola, sin aumentar paralelamente los gastos de construcción. Además, este invento puede también usarse para establecer áreas tranquilas más o menos libres de olas en el mar, por ejemplo en puertos y radas o bien en plataformas de perforación de pozos de petróleo y similares. Lo que aquí se contempla es un efecto que es complementario al efecto de concentración antes mencionado y que puede aparentemente utilizarse en combinación con el mismo, es decir, concentrar la energía en una instalación de aprovechamiento de la energía de las olas y utilizar el área resultante libre de olas para fines de puertos y similares. Otra posible utilización es para romper hielo, por ejemplo concentrando la energía en un área de forma de canal limitada por dos líneas sustancialmente paralelas, de modo que se rompa a través del hielo una vía abierta correspondiente.

Lo que es nuevo y específico en una disposición para concentrar las olas del mar de acuerdo con el presente invento consiste principalmente en una estructura similar a una rejilla de elementos de parada y/o retardo destinados a influir en la amplitud y/o en la fase de las olas y situados en tales posiciones en el agua que los elementos, en interacción con las olas del mar que inciden, forman un patrón de interferencia que produce una concentración de la energía de las olas en un área limitada (área de concentración).

En las disposiciones en las que la energía de las olas vaya a usarse para producción de energía eléctrica, es una característica importante, de acuerdo con el in

vento, que la estructura de elementos esté destinada a producir concentración de la energía de las olas en un área de concentración situada en el campo a corta distancia de la estructura de elementos. En otras aplicaciones, por ejemplo en la rotura de hielo, también puede utilizarse el campo del patrón de interferencia distante de la estructura de elementos, pues la concentración intensa que es únicamente posible en el campo a corta distancia no es en muchos casos necesaria para obtener un efecto suficiente de la clase deseada.

En consecuencia, este invento está basado en el empleo de una estructura similar a una rejilla o estructura de difracción en analogía con las estructuras conocidas en la óptica o en las antenas para ondas electromagnéticas para fines de comunicación. Mediante una forma y unas dimensiones adecuadas de tal estructura de difracción para olas producidas en el agua, es posible establecer patrones de interferencia, entre otras cosas, para concentrar la energía de las olas en un área pequeña. Tal estructura de rejilla no tiene que tener necesariamente una forma geométrica sencilla, por ejemplo con los elementos situados a lo largo de una línea recta o curva, sino que también puede ser llevada a producir una forma deseada de interferencia de olas en el agua disponiendo para ello los elementos de la estructura en diversos y diferentes modos.

Quando se hace aquí referencia a "elementos de parada o retardo", ha de entenderse que los elementos pueden estar destinados a influir en la amplitud y/o en la fase de las olas. Así, un elemento de parada puede servir para influir en la amplitud de las olas en tal grado que

5 -las olas sean detenidas localizadamente por completo, es decir, que su amplitud sea reducida a cero, mientras hay olas que atraviesan por otras posiciones en la rejilla, y contribuyen al establecimiento de un patrón de interferencia. Los elementos de retardo son elementos que influyen en la fase de las olas y contribuyen con ello al establecimiento de un patrón de interferencia. A este respecto es muy importante observar que los elementos del tipo de los que forman una rejilla de fase tendrán un rendimiento mucho mayor en tales disposiciones que los elementos de pa-
10 rada, los cuales influyen solamente en la amplitud de las olas. Por lo tanto, todas las razones están en favor de preferir o tratar de obtener una estructura de elementos que influya principalmente en la fase de las olas. En la
15 práctica, los elementos empleados pueden tener influencia tanto en la amplitud como en la fase, pero se prefiere que tal disposición esté basada, en el máximo grado posible, en la influencia sobre la fase de las olas.

20 La razón por la que una rejilla de fase o de elementos de retardo es más eficaz es porque no reduce significativamente el flujo de energía de las olas a través de la estructura. Los elementos de parada, sin embargo, reflejarán siempre algo de la energía de las olas, de modo que fluirá menos energía a través de la estructura.

25 Una simple instalación, estructura o disposición puede incluir elementos de parada (que influyen en la amplitud) así como elementos de retardo (que influyen en la fase).

30 En relación con la concentración de olas del mar para producción de energía lo que interesa es el campo

a corta distancia del patrón de interferencia de las olas, pues una idea esencial de este invento consiste en que, en analogía con la geometría de un microscopio óptico, es posible obtener la estructura de elementos de tal modo que

5 varias direcciones de olas que incidan sean enfocadas sustancialmente en el mismo punto o área de concentración, la cual puede también denominarse como un área focal. Esta área focal es, por consiguiente, aquella área en el campo a corta distancia de la estructura de elementos que está

10 cubierta por los diversos y adyacentes puntos focales de olas que inciden en forma diferente contra la estructura de elementos. En lo que se refiere al campo distante, los diversos puntos focales tendrán en la práctica un espaciamiento tan grande que puede no obtenerse una concentración

15 suficiente para producción de energía. Además, el campo distante estará usualmente tan perturbado por las olas extrañas que inciden, que la concentración pretendida en un área limitada está todavía más reducida.

Lo que se acaba de explicar será evidente para cualquiera que esté familiarizado con la teoría de las

20 ondas por analogía con las ondas ópticas u otras electromagnéticas. Deberá señalarse, sin embargo, que la utilización del campo a corta distancia no es absolutamente necesaria para la producción de energía obtenidas de las olas, pero

25 que se prefiere con mucho situar el área focal en el campo a corta distancia en disposiciones para fines de producción de energía eléctrica.

El parámetro o factor más importante que afecta al campo a corta distancia es la capacidad de la estructura de elementos para concentrar olas, con diversas direc

30

ciones de olas incidentes, en el área de concentración o focal antes mencionadas. Otro parámetro de importancia es que, dentro de las limitaciones que se definen en lo que sigue, las olas de diferentes frecuencias se concentrarán en un grado satisfactorio.

5 Cuando se está planeando una instalación o disposición dada, se efectuarán los cálculos de un modo similar al que es tradicional en las técnicas de la construcción o mecánica, es decir, eligiendo una configuración y unas dimensiones y calculando luego las consecuencias de las mismas, y en relación con el presente invento una de tales consecuencias o resultados se obtiene por medio de la regla a que se hace referencia en lo que sigue. Si la configuración y las dimensiones (parámetros) que se eligen primeramente no satisfacen los requisitos, entre otros el que se requiere según la regla que se da en lo que sigue, deberá efectuarse otra elección y repetirse los cálculos hasta que se obtenga un resultado satisfactorio.

10 La extensión del campo de corta distancia en relación con la estructura de difracción en el agua puede variar. En relación con este invento, se ha comprobado, sin embargo, que para la pluralidad de casos prácticos será correcto fijar un límite en la extensión del campo de corta distancia mediante la siguiente regla:

15 Si llamamos D_{max} a la dimensión máxima a través de la estructura de elementos completa y A_{min} a la distancia entre el área de concentración y el elemento más próximo en la estructura, entonces el área de concentración estará dentro del campo de corta distancia cuando se tenga que

$$\text{Arc tan } \frac{D_{\text{máx}}}{2 A_{\text{min}}} \rightarrow \text{aprox. } 20^\circ$$

5 La anterior "dimensión máxima" es la distancia entre los dos elementos que están más alejados entre sí en la estructura, la cual será usualmente la longitud de la estructura en una dirección normal a la dirección de propagación de olas dominante. Lo lejos que el área de concentración esté situada desde la estructura de elementos, dentro de las anteriores limitaciones del campo de corta distancia, depende de muchos factores, tales como la topografía del fondo y las características de las olas en el lugar de la instalación.

10 Se prefiere que al menos algunos de los elementos sean ajustables, por ejemplo por ser desplazables en cuanto a posición y a orientación en el espacio, para adaptación y ajuste, por ejemplo a fin de tomar en consideración los cambios en la dirección de las olas que inciden, pero en particular para tomar en consideración las olas grandes o destructoras que pueden producirse con mal tiempo. Mediante la concentración de tales olas grandes el efecto destructor puede ser catastrófico y, por consiguiente, en tales situaciones es deseable poder modificar o anular el efecto de concentración de la estructura.

15 La construcción de los elementos puede variar se de diversos modos. Los elementos pueden ser montados para que permanezcan fijos sobre el fondo del mar, o bien pueden ser anclados, posiblemente sujetos en posición por medio de sistemas de colocación en posición dinámicos.

Así, por ejemplo, de acuerdo con las circunstancias, los elementos pueden estar formados por bloques de hormigón o por barcos corrientes, es decir, grandes barcos tales como petroleros o similares (como alternativa naufragados) que sean situados convenientemente de modo que formen una estructura de rejilla de la configuración deseada. Como otro extremo se menciona que también los elementos que existen naturalmente, tales como los islotes y rocas o arrecifes o similares, pueden ser utilizados como elementos en la estructura de rejilla en su posición real para la disposición. En tal caso la colocación en posición de los elementos artificiales deberá determinarse en relación con la de los elementos naturales ya existentes. Estos elementos naturales pueden por supuesto, de acuerdo con las circunstancias y las posibilidades existentes, ser modificados por voladuras o bien añadiendo estructuras, de modo que se obtenga de los mismos un efecto adecuado. Aunque se han mencionado aquí elementos que actúan individualmente por separado en la estructura de rejilla en cooperación con otros elementos, puede pensarse en construcciones de elementos que formen una estructura continua, por ejemplo una estructura similar a una manguera, alargada, la cual en ciertos puntos o partes se proyecte hacia o por encima de la superficie del agua para formar elementos separados, pero que en el resto esté tan sumergida que no sea apreciable el efecto de la construcción en las olas en las partes intermedias.

Como se deducirá de lo expuesto en lo que antecede, existen muchos grados de libertad en lo que se refiere a la construcción y a la disposición de los elemen-

tos en una estructura de rejilla. Lo que aquí se contempla es, en primer lugar, la posición, no solamente en el plano horizontal sino también verticalmente, es decir, con respecto a la superficie del agua, y en segundo lugar la orientación, es decir, en azimut y/o elevación, dado que lo que se manejan no son elementos que tengan simetría esférica, y finalmente los elementos pueden tener las formas y tamaños más diferentes dependiendo del efecto deseado en la estructura de rejilla. Además, de la disponibilidad de estos parámetros o posibilidades de variación de la construcción para elementos fijos y estacionarios, se pueden construir elementos que sean ajustables en los aspectos indicados en lo que antecede, es decir, en cuanto a posición, orientación, forma y tamaño. Se puede así pensar en una forma y tamaño ajustables en relación con la estructura similar a una manguera antes citada.

Cuando se empleen los elementos separados aquí propuestos en una estructura similar a una rejilla, se comprenderá que las disposiciones para producir energía sobre la base de olas del mar pueden tener una longitud o extensión muy grande, por ejemplo del orden de magnitud de varios kilómetros, o posiblemente de hasta varias decenas de kilómetros, en particular cuando se puedan utilizar los elementos existentes naturalmente, tales como los arrecifes de coral con aberturas que se hayan practicado por voladura. Es por consiguiente posible, por medio del invento, utilizar en una sola central productora de energía la energía de las olas en una región o longitud de costa mucho mayor de lo que ha sido considerado posible técnica y económicamente por medio de las soluciones anteriormente

propuestas.

Incluso aunque las instalaciones para la transformación de la energía, como tales, no se han incluido en el presente invento, se mencionan aquí brevemente algunas posibilidades: la estructura de elementos puede estar dis-
5 puesta, por ejemplo, de tal modo hacia fuera de una línea de costa que el área de concentración o focal esté situa-
da en una entrada o una bahía que termine en una grieta natural o practicada por voladura que conduzca a una hoya
10 más alta, la altura de presión de la cual puede ser utilizada en una instalación de turbina de un tipo usual. Me-
diante la disposición en el mar lejos de la costa, la ener-
gía de las olas concentrada puede ser utilizada por medio de una construcción similar a una plataforma de perfora-
15 ción que tenga entre sus patas paletas o una gran bomba hidráulica, posiblemente con equipo de elevación de agua y con una cubeta montada sobre la misma, para la producción de energía eléctrica. Esta última puede ser trasladada a la playa a través de un cable marino.

20 Cuando se use el presente invento para la producción de energía eléctrica, es muy importante poder ajustar la estructura de elementos para cada emplazamiento o lugar individual, de modo que pueda hacerse óptima
la estructura de difracción para obtener la mejor concen-
25 tración posible de la energía en un área limitada en la cual haya de tener lugar la transformación a energía útil. Hay un gran número de factores que deben tomarse en consi-
deración en la planificación de tal disposición, y los cál-
culos matemáticos desempeñan un papel importante para de-
30 terminar la configuración de la estructura y la forma de

los elementos. Los fundamentos matemáticos y el aparato teórico para el tratamiento de campos de ondas de la clase a que aquí se hace referencia han estado disponibles en principio, desde hace largo tiempo, y han sido tratados; por ejemplo, en la obra de G.B. Whitman: "Ondas Lineales y no Lineales" (Capítulo 13), Londres 1973. Se hace referencia en particular a las ecuaciones diferenciales 13.22 en la página 437 de ese libro. Esas ecuaciones diferenciales deben resolverse tomando en consideración las condiciones de límite que surgen de la configuración deseada de la estructura de elementos.

Los cálculos anteriormente mencionados se realizan sobre la base de las anteriores ecuaciones y los parámetros que intervienen son la forma, el tamaño y la posición de los elementos (ya sean artificiales o formaciones naturales) que hayan de utilizarse. En cuanto a las olas, el único parámetro significativo es su fase. Lo que es esencial es establecer una estructura de elementos que tenga tal influencia sobre las olas incidentes que la ola de salida resultante tenga un frente de ola circular, que conduzca a la concentración de la energía de la ola en el área focal.

Es importante, en los cálculos sobre la base del fundamento teórico, considerar cuidadosamente cuáles son las aproximaciones aceptables, con objeto de que el resultado sea de utilidad en la práctica para los fines a que aquí se hace referencia. Es, además, de importancia sustancial para este invento, reconocer ciertas condiciones físicas de las olas del mar, a saber: el espectro de frecuencia de las mismas y la extensión angular de las direc-

ciones alrededor de la dirección principal dentro de las cuales las olas caen usualmente en una posición dada. Cuando, al respecto, se hace referencia a las olas del mar, esto significa la marejada larga y poderosa que más o menos en todo momento se forma a través de las grandes regiones oceánicas y que finalmente cae contra alguna costa. Después de mediciones y análisis sistemáticos, se ha comprobado que tales olas tienen un espectro de frecuencia de banda bastante estrecha, lo cual tiene una influencia importante en la utilidad de este invento, dado que se obtiene un rendimiento más alto con un espectro de frecuencia más estrecho.

Un ejemplo práctico y realista, a este respecto, puede ser el siguiente: por lo que se refiere al período, el cual es la inversa de la frecuencia, un período de olas común es el de 10 segundos. Una estructura de elementos de acuerdo con este invento dará entonces por resultado una concentración aceptable de la energía de las olas con una desviación en el período del 20%, es decir, para un margen de períodos comprendido entre 8 segundos y 12 segundos. En cuanto a la desviación angular o de dirección, es aceptable un margen de ángulos de hasta 30° a ambos lados de la línea central o dirección principal. Las cifras dadas aquí como ejemplos se corresponden con el límite de aproximadamente 20° dado en lo que antecede con respecto al campo de corta distancia. Se comprenderá que el diseño de la estructura de elementos es menos complicado si la extensión angular o desviación de las direcciones de las olas con respecto a la dirección principal es pequeña. Las olas que inciden desde direcciones fuera del margen angu-

lar para el cual está diseñada la estructura, no serán correctamente enfocadas.

5 Cuando la energía haya de ser derivada de las olas en el campo a corta distancia, los medios o el equipo previstos para esta finalidad tendrán también influencia en el patrón de interferencia de las olas. El método de derivación de la energía debe ser por tanto tomado en consideración cuando se diseñe la estructura de elementos. Es to es análogo a lo que es sabido en relación con las ondas 10 electromagnéticas.

A continuación se explicará el invento por medio de algunas realizaciones que sirven de ejemplos. Se hace referencia a los dibujos, en los cuales:

15 La Fig. 1 ilustra una estructura de difracción conocida, para difractar ondas de luz;

La Fig. 2 ilustra una estructura de difracción conocida, para enfocar ondas de luz;

La Fig. 3 ilustra el principio en que se basa el enfoque de olas en el agua;

20 La Fig. 4a ilustra un dispositivo usado durante los experimentos para ensayar una rejilla de amplitud;

Las Figs. 4b y 4c ilustran fotografías tomadas durante los experimentos con el dispositivo de la Fig. 4a;

25 La Fig. 5 ilustra la concentración de olas del mar en la práctica por medio de una rejilla de amplitud;

La Fig. 6 ilustra el empleo de una rejilla de fase;

30 La Fig. 7 ilustra la utilización de elementos de parada que existen naturalmente;

La Fig. 8 ilustra la utilización de un arrecife de coral modificado como una rejilla de amplitud;

La Fig. 9 ilustra elementos de retardo alternativos;

5 La Fig. 10 ilustra elementos de parada alternativos;

Las Figs. 11a y 11b ilustran una disposición combinada; y

10 La Fig. 12 ilustra en detalle el contorno de los elementos de retardo calculados para una disposición práctica.

En la Fig. 1 se ilustran los principios para un enrejillado o rejilla óptica usual 11 en la cual la distancia entre los puntos del enrejillado es constante. Las ondas de luz planas 12 que chocan con el enrejillado serán difractadas en ciertas direcciones, como se ha indicado mediante las flechas 13 y 14, determinadas por la longitud de onda de las ondas planas 12 y por la distancia entre los puntos del enrejillado. Es sabido que una rejilla o enrejillado correspondiente en el agua desviará las olas de un modo correspondiente.

20 En la Fig. 2 se ha ilustrado una estructura 21 de difracción en la cual el espaciamiento entre puntos de la rejilla disminuye desde el centro y hacia fuera, de modo similar a como ocurre en la estructura de una placa de zona de Fresnel. Con una estructura correctamente determinada, las ondas de luz 22 que chocan con la rejilla 21 darán por resultado ondas esféricas convergentes 23 y una parte de la energía será enfocada en un área 24. La idea en que se basa el presente invento es la de utilizar

este fenómeno óptico para concentrar las olas del mar para la producción de energía eléctrica.

5 Prolijos cálculos y experimentos han puesto de manifiesto que las olas en el agua pueden ser enfocadas por medio de una estructura de difracción, del mismo modo que las ondas de luz. El principio del enfoque de las olas en el agua se ha ilustrado en la Fig. 3. La estructura de difracción es también aquí una estructura 31 similar a una rejilla la cual consiste en elementos 31a de parada o retardo destinados a influir en la amplitud y/o en la fase de las olas en el agua. Los elementos están dimensionados y situados de tal modo en el agua que, en interacción con las olas de agua incidentes 32, forman un patrón de interferencia que produce el efecto de que las olas planas 15 32 se convierten en olas circulares convergentes 33 que producen una concentración de la energía de las olas en un área limitada, en la cual puede ser situada una central de energía 34.

20 Para fines de producción de energía la estructura de elementos se calcula, del modo más preferible, para concentrar la energía de las olas en un área focal situada en el campo a corta distancia de la estructura de elementos. El que la estructura de elementos consiste en elementos de parada o en elementos de retardo dependerá en 25 cierta medida de las condiciones topográficas del fondo del mar donde haya de estar situada la estructura. En otras palabras, las formaciones naturales pueden prestarse de por sí a la utilización ya sea como elementos de parada o ya sea como elementos de retardo, estando estos últimos 30 necesariamente más o menos cubiertos con agua, tales como

los elementos 95 en la Fig. 9. Puede demostrarse matemáticamente, sin embargo, que una estructura de elementos que influya en la amplitud de las olas deja pasar a su través una parte mucho menor de la energía de la ola que una estructura de elementos que influya en la fase de las olas. Puede mencionarse aquí que el rendimiento máximo teórico de una rejilla de amplitud ideal (es decir, consistente en elementos muy rígidos) es del 12,5%, mientras que una rejilla de fase ideal tiene un rendimiento teórico del 100% como máximo. Será frecuentemente interesante contar con una estructura de elementos que sea una combinación de una rejilla de amplitud y una rejilla de fase, ya que una sola instalación puede incluir aparentemente elementos de parada que influyan en la amplitud, así como elementos de retardo que influyan en la fase.

Aunque sea todavía prematuro precisar las cantidades de energía que pueden ser tomadas de las olas del mar por medio de disposiciones de acuerdo con el invento, se hará aquí una estimación moderada. Una cifra razonable para la potencia media de las olas del mar en el Atlántico Norte es la de 50 kw por metro. Una disposición para concentrar la energía de las olas del mar puede extenderse, por ejemplo, en 10 kilómetros. Nominalmente se dispone entonces de 500 Mw. Bajo una hipótesis modesta, se considera que esta potencia puede ser llevada al área focal de una rejilla de fase con un rendimiento del 50%, y que la derivación de energía en la central de energía puede tener lugar con un rendimiento del 40%. Estas hipótesis dan una central de energía que produce un promedio de 100 Mw. La producción por año será de 800 Gwh, la cual es comparable

a la producción obtenida de un curso de agua importante.

Una estructura de elementos como la indicada en la Fig. 3 fue dimensionada para ensayos en un depósito de agua grande. Los resultados de los ensayos se han ilustrado, pretendidamente, en las Figs. 4a, 4b y 4c. En la Fig. 4a dos de las paredes del depósito se han designado por 41. La superficie del agua se ha designado por 42. En los ensayos se empleó una rejilla formada por un número limitado de aberturas o pasos, a saber de doce aberturas (de las cuales solamente se han ilustrado ocho aberturas 46a-46h en la Fig. 4a que formaban una mitad en una rejilla de amplitud que estaba dividida por medio de una pared 44, que había sido pintada de blanco a fin de hacer más fácil estudiar la imagen de la ola adyacente al foco 45 y en éste. Las aberturas 46 en la estructura de rejilla estaban definidas por elementos de parada 43 montados de tal modo que llegaban al fondo del depósito. La profundidad era de 0,5 metros. Detrás de los elementos 43 se había previsto un generador de olas (no ilustrado), el cual emitía ondas planas con una altura de onda de aproximadamente 2 cms. contra la rejilla.

En estos ensayos se empleó una longitud de onda de 25 centímetros. La distancia focal, es decir, la distancia desde la flecha 45, era de 220 centímetros. La longitud de la rejilla era de aproximadamente 450 centímetros. La anchura de los elementos de parada y la de las aberturas aparecen en la tabla que se da a continuación, en la cual A es la distancia entre la esquina 47 y el borde más próximo de una abertura y B es la distancia entre la esquina 47 y los extremos alejados de la abertura co-

correspondiente, como se ve en la dirección medida.

	Número de la abertura	A cm	B cm
5	1	10,0	75,9
	2	108,3	134,3
	3	156,9	177,6
	4	196,9	215,2
	5	232,7	249,6
10	6	266,1	282,1
	7	297,8	313,2
	8	328,3	343,3
	9	358,0	372,6
	10	387,1	401,4
15	11	415,6	429,7
	12	443,7	457,6

En la Fig. 4b se ilustra que con la interferencia las olas se propagan principalmente como ondas circulares en dirección hacia el foco, y contra la pared blanca puede verse el modo en que aumenta la altura de la ola y llega a su máximo en el foco (marcado con una línea negra), y disminuye después. La Fig. 4c ilustra el mismo dispositivo pero visto desde otro ángulo. Los dispositivos por encima de la superficie del agua son sondas para medir la altura de las olas. La altura de la ola inmediatamente después de la abertura 46 era de aproximadamente 1 centímetro, y la altura de la ola en el foco 45 era de aproximadamente 4 centímetros.

Se hace notar que estos experimentos de labo-

ratorio fueron llevados a cabo exclusivamente para demostrar los principios, y que los mismos no significan una medida de lo que puede obtenerse con las olas del mar en la práctica.

5

En la Fig. 5 se ha ilustrado una estructura 51 que lleva 23 aberturas y 24 elementos de parada 51a situados fuera de una parte de costa. Los elementos 51a están dispuestos a lo largo de una línea recta y transversalmente a la dirección dominante de incidencia de las olas, indicada por la flecha 52. Los elementos 51a están situados y dispuestos mutuamente de tal modo que el área focal 53 está situada en una bahía fuera de una grieta en roca existente naturalmente o practicada por voladura, la cual conduce a una hoya elevada como la indicada en 54. Una central de energía usual 55, con una red de transmisión de alto voltaje, está construida en el lado de sotavento. Como alternativa, la energía de la ola en el área focal puede accionar una gran bomba hidráulica para elevar agua a la hoya 54.

10

15

20

25

30

En la Fig. 6 se ha ilustrado una estructura 61 de elementos de retardo 61a, 61b y 61d situados con una extensión de algunos kilómetros en el mar. En el área focal hay situada una plataforma 62 que tiene una rueda de paletas u otros medios para utilizar la energía de las olas concentrada. Como alternativa la plataforma 62 puede comprender una disposición de bomba, una hoya y una cámara de turbina. La energía eléctrica que es producida puede ser conducida a la costa a través de un cable marino. Los elementos 61a consisten en mangueras llenas de aire ancladas, mientras que los elementos 61b consisten

en boyas ancladas. Algunos de los elementos pueden estar anclados a cabrestantes 64 controlados a distancia.

5 En la Fig. 7 se ha ilustrado una rejilla de amplitud consistente principalmente en elementos de parada en forma de islotes, rocas y arrecifes 71, los cuales no han de estar necesariamente dispuestos en línea recta. Otros elementos 72 se forman volando con explosivos un islote. La rejilla se completa construyendo elementos de pa-
10 rada 73. Como alternativa, estos podrían ser elementos de retardo. En el área focal de la rejilla hay situada una plataforma 74 con equipo para transformar la energía de las olas en energía mecánica/eléctrica. Una parte 75 de costa escarpada con aguas profundas sirve para reflejar
15 las olas de vuelta hacia el área focal, en la cual existirá un patrón de onda estacionaria. También se ha previsto una rejilla de fase 76 preferiblemente a una corta distancia de la parte escarpada 75 para que contribuya a la concentración de las olas reflejadas en el área focal. En el
20 cálculo debe tenerse en cuenta en este caso que la rejilla 71, 72, 73 actúa en reciprocidad con la parte 75 que refleja y con la rejilla de fase 76 y posiblemente también que se ha previsto la derivación de energía desde el campo de ondas.

25 En la Fig. 8 se ha ilustrado un arrecife de coral 81 modificado como una rejilla de amplitud mediante voladuras 82 para concentrar la energía de las olas del mar en una central 83 en alta mar en el campo a corta distancia de la rejilla. En las figuras se han ilustrado 13
30 aberturas, mientras que lo natural sería que hubiera de 20 a 50. Puesto que hay arrecifes de coral que pueden for

mar una abertura de hasta 1.000 kilómetros, en tales casos sería interesante contar con algunos centenares de aberturas. En regiones de vientos alisios la longitud de las olas es de aproximadamente 300 metros. En el área focal la altura de la ola puede esperarse que sea de 50 metros, lo cual indica la gran cantidad de energía disponible.

En la Fig. 9 se ha ilustrado un elemento 91 de retardo anclado formado como un cilindro o placa que tiene dimensiones horizontales de un orden de magnitud correspondiente a una longitud de onda, y que está anclado al fondo, mientras que el elemento 92 es un objeto correspondiente, pero curvado en una u otra dirección dependiendo de las condiciones. Los elementos 91 y 92 pueden estar conectados entre sí como se ha indicado con una línea de trazos. Debido al tamaño de los elementos, puede ser práctico construirlos de secciones más fáciles de manejar. El elemento 93 es un depósito de aire cúbico, mientras que el elemento 94 representa un gran barco que puede estar anclado o ser mantenido en posición por su propia maquinaria. El elemento 95 es una plataforma natural.

El elemento en general plano y similar a una placa 91, ilustrado en la Fig. 9, al tener una orientación sustancialmente horizontal en el agua influirá esencialmente en la fase de las olas. Tal elemento debería estar situado en ese caso tan profundo que los valles más profundos de las olas en las que se haya de influir no lleguen hasta el elemento o los elementos, es decir, que las olas no rompan normalmente sobre ellos.

En la Fig. 10 se ha ilustrado un elemento de parada 101 formado como un bloque de hormigón que está an-

clado al fondo por medio de patas. Además, se ha ilustrado un elemento cilíndrico 102 con una maroma de anclaje fijada al fondo. El elemento 103 es un barco naufragado mientras que el elemento 104 es una roca artificial.

5 En la Fig. 11a se ha indicado una rejilla 111 de amplitud o de fase para enfocar las ondas planas 112, como se ha ilustrado, con anillos concéntricos 113. Frente al área focal en el campo a corta distancia hay situada otra rejilla 114, por ejemplo una rejilla de fase, la
10 cual retarda la fase de las ondas circulares hacia fuera a ambos lados desde el centro de la rejilla 114, de modo que las ondas planas 115 con altura de ola agrandada se propagan en la dirección de la flecha. Como alternativa, la rejilla 114 puede ser formada de una formación de fondo natural como la indicada en la Fig. 11b. En ésta la parte
15 117 de fondo forma una rejilla de fase. Así, en la Fig. 11b se ilustra una sección transversal por un plano correspondiente a la rejilla 114 con un contorno de fondo simétrico 117 a ambos lados de una línea central o eje CL. Las
20 partes de menor profundidad, al aumentar la distancia desde la línea CL, dan por resultado retardos crecientes del frente de la ola, de modo que la ola circular convergente que incide 113 es transformada en una ola plana 115 de anchura reducida. En consecuencia, la rejilla 114 o la parte de fondo 117 tienen una estructura y un efecto que son
25 inversos de los que tiene la rejilla 111.

El dispositivo de la Fig. 11a puede usarse para producción de energía, así como para romper hielo. Así, la rejilla 114 puede tener provisiones para desplazamiento angular en azimut, de modo que las ondas planas 115 pue
30

dan ser dirigidas con ángulos diferentes dentro del hielo para romper en el mismo una vía de forma de abanico correspondiente. El desplazamiento angular de la rejilla 114 puede ser producido por elementos de la rejilla que se mueven individualmente, siendo tales elementos, por ejemplo, del mismo tipo que los elementos 61a en la Fig. 6.

Estando el área focal de la rejilla 111 situado cerca de la costa o en ésta, un canal 116 construido puede conducir las olas 115 a una hoya elevada para producción de energía eléctrica.

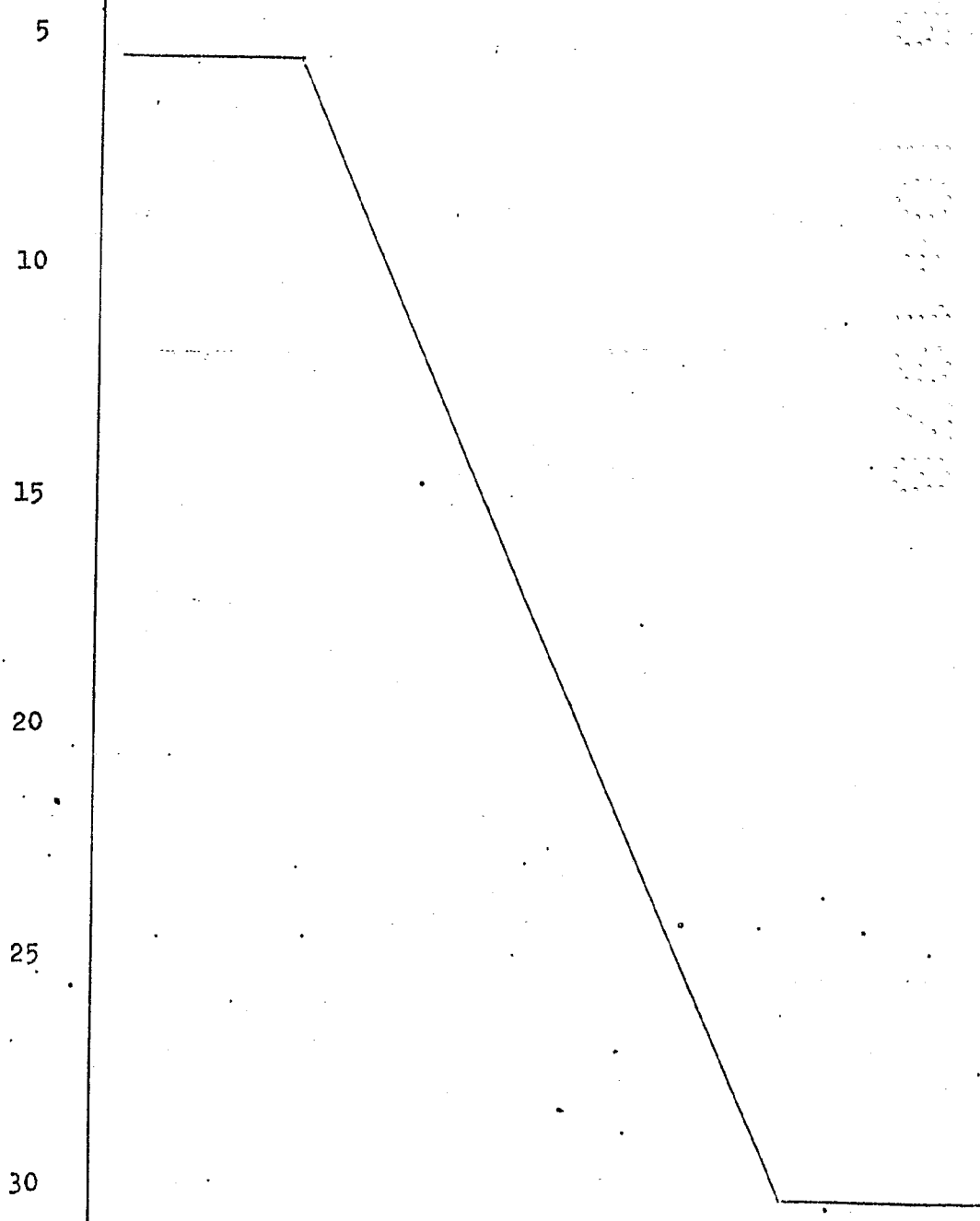
Las rejillas 111 y 114, en la disposición de la Fig. 11a, pueden también ser consideradas como partes de una sola estructura de elementos mayor, en la cual la rejilla 111 forme una parte de estructura principal de concentración y la rejilla 114 forme una parte de estructura auxiliar de dispersión situada en el campo a corta distancia de la rejilla 111.

El ejemplo específico de una estructura de elementos de retardo ilustrado en la Fig. 12 se ha calculado para una longitud de ola de 150 metros, y el dibujo está a tal escala que 1 cm representa 60 m del tamaño real. En la Fig. 12 se ilustra solamente la mitad de la estructura completa (siendo la línea A-A' un eje de simetría). Se ha ilustrado el contorno de 5 elementos AA'B - BB'C - CC'D - DD'E y - EE'F'F. Estos elementos se han diseñado para que estén situados horizontalmente en el agua a una profundidad de 16,8 metros. El grueso de los elementos se determina por consideraciones de construcción y de resistencia, y puede ser, por ejemplo, de 5 metros.

Esta estructura se ha diseñado para que tenga

un efecto de concentración aceptable dentro de una variación del 10% en el período de las olas.

La flecha en la Fig. 12 indica la dirección de incidencia de las olas.



REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Disposición perfeccionada para concentrar olas del mar, caracterizada por una estructura similar a una rejilla de elementos de parada y/o retardo destinados a influir en la amplitud y/o la fase de las olas y situados en tales posiciones en el agua que los elementos, en acción recíproca con las olas del mar incidentes, forman
15 un patrón de interferencia que produzca una concentración de la energía de las olas en un área limitada (área de concentración).

20 2ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la cual la energía de las olas ha de ser utilizada para producción de energía eléctrica, caracterizada por una estructura de elementos que produce una concentración de la energía de las olas en un área de concentración que está situada en el campo a corta distancia de la estructura de elementos.

25 3ª.- Una disposición según las reivindicaciones 1ª o 2ª, caracterizada porque los elementos están situados principalmente frente al área de concentración con respecto a las direcciones dominantes de incidencia de las olas.

30 4ª.- Una disposición según las reivindicaciones

nes 1ª, 2ª o 3ª, caracterizada porque la estructura de ele
mentos tiene una extensión (abertura) que es sustancialmente
mayor que la longitud de ola de las olas dominantes en
el lugar.

5 5ª.- Una disposición según cualquiera de las
reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizada porque al menos uno
de los elementos es ajustable y/o desplazable.

10 6ª.- Una disposición según la reivindicación
5ª, caracterizada porque al menos uno de los elementos es
ajustable con respecto a la posición, es decir, en tres di
recciones según los ejes de coordenadas, y/o con respecto
a la orientación, es decir, en azimut y/o en elevación.

15 7ª.- Una disposición según cualquiera de las
reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizada porque uno o más
de los elementos están constituidos por formaciones natural
les en el lugar, por ejemplo, islotes, rocas o arrecifes,
modificadas posiblemente por voladuras o similares.

20 8ª.- Una disposición según cualquiera de las
reivindicaciones 3ª a 7ª, caracterizada porque en el lado
opuesto del área de concentración con respecto a la estruct
tura de elementos hay previstos elementos de reflexión,
los cuales lanzan olas de vuelta hacia el área de concentr
tación.

25 9ª.- Una disposición según cualquiera de las
reivindicaciones 1ª a 8ª, caracterizado porque uno o más
de los elementos son más o menos elásticos con respecto a
las olas, de modo que esos elementos influyen principal-
mente en la fase de las olas.

30 10ª.- Una disposición según la reivindicación
9ª, caracterizada porque el elemento o los elementos elás-

5 ticos son ajustables con respecto a la forma y/o al tamaño.

11ª.- Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 10ª, caracterizada porque uno o más de los elementos están situados más o menos sumergidos bajo la superficie del agua, de modo que esos elementos influyen principalmente en la fase de las olas.

10 12ª.- Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 11ª, caracterizado porque el área de concentración tiene dos líneas de límite sustancialmente paralelas y porque las olas concentradas se propagan paralelamente a ellas.

15 13ª.- Una disposición según la reivindicación 12ª, caracterizada porque la estructura de elementos comprende una estructura principal de concentración y una estructura auxiliar de divergencia situadas en el campo a corta distancia del patrón de interferencia de la estructura principal.

20 14ª.- Una disposición según las reivindicaciones 1ª a 8ª u 11ª a 13ª, caracterizada porque uno o más de los elementos son ajustables con respecto a la forma y/o al tamaño.

25 15ª.- Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque uno o más de los elementos tienen una forma sustancialmente plana, similar a una placa, y están orientados en general horizontalmente en el agua a una profundidad tal que los valles más profundos entre las olas en las que se ha de influir no llegan hasta el elemento o los elementos.

30 16ª.- DISPOSICION PERFECCIONADA PARA CONCEN-

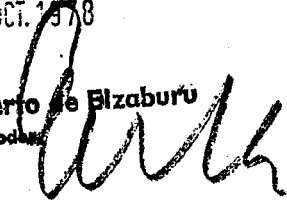
TRAR LAS OLAS DEL MAR.

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.

5 Esta Memoria consta de veintiocho hojas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 25 OCT. 1978
P.A.

Alberto de Elizaburu
For Podar



10

15

20

25

30

16108

MPB.-

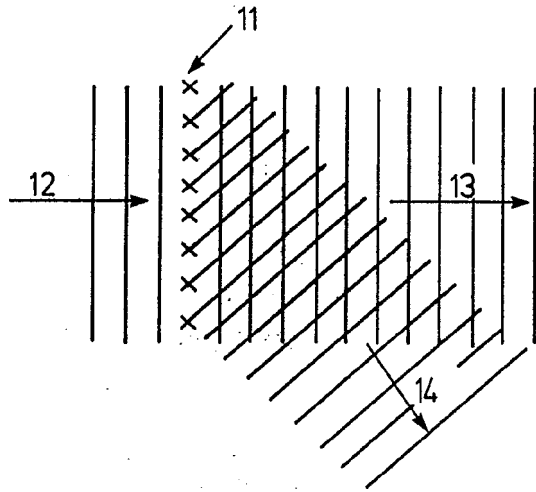


Fig. 1

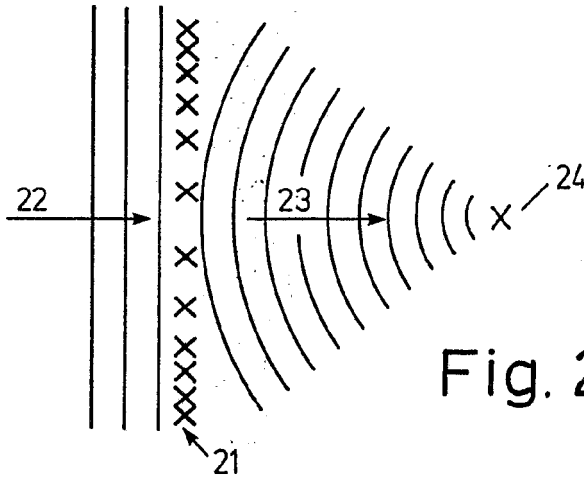


Fig. 2

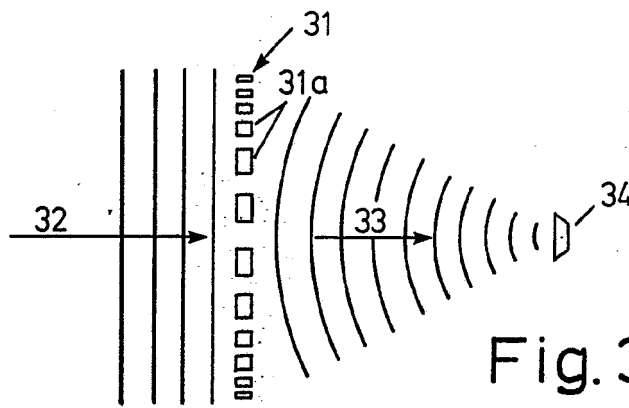


Fig. 3

Alberto de Elzaburu
Por Poder,

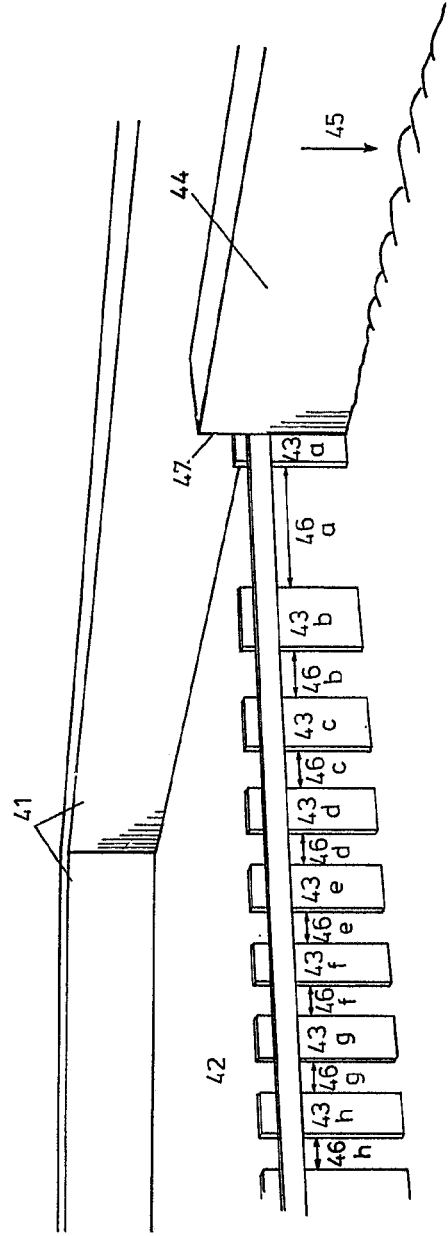


Fig. 4a

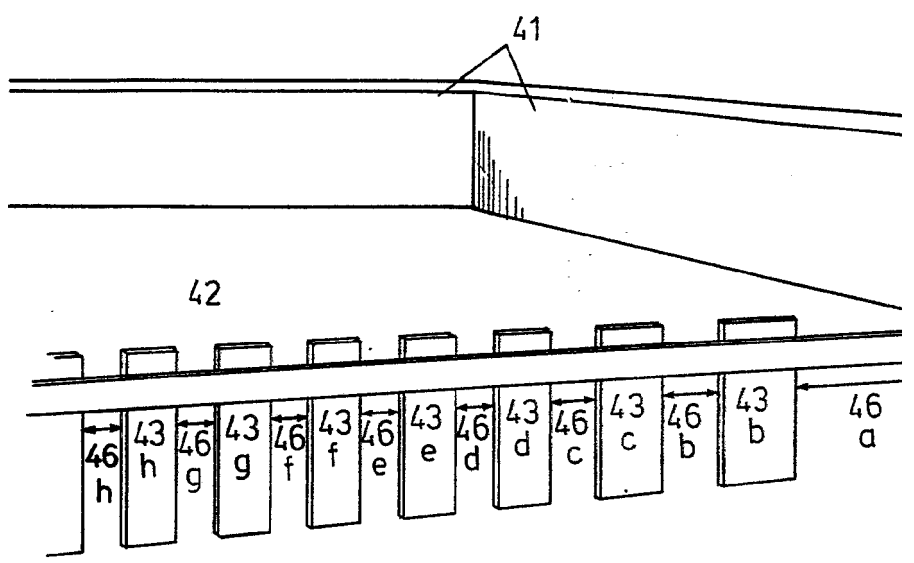
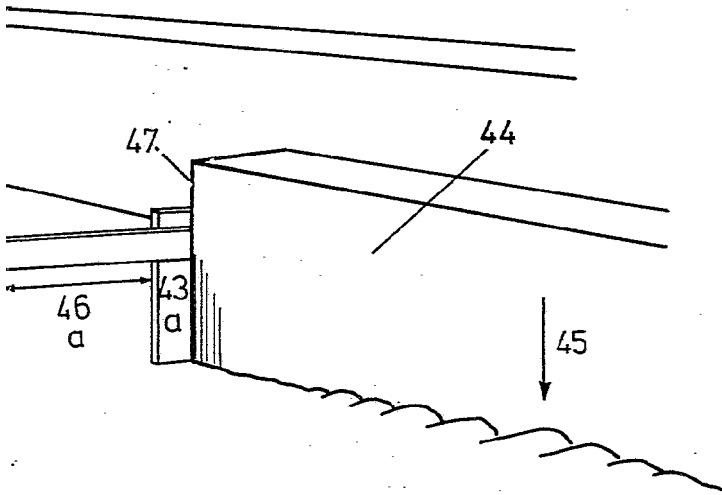


Fig. 4

009 10



ig. 4a

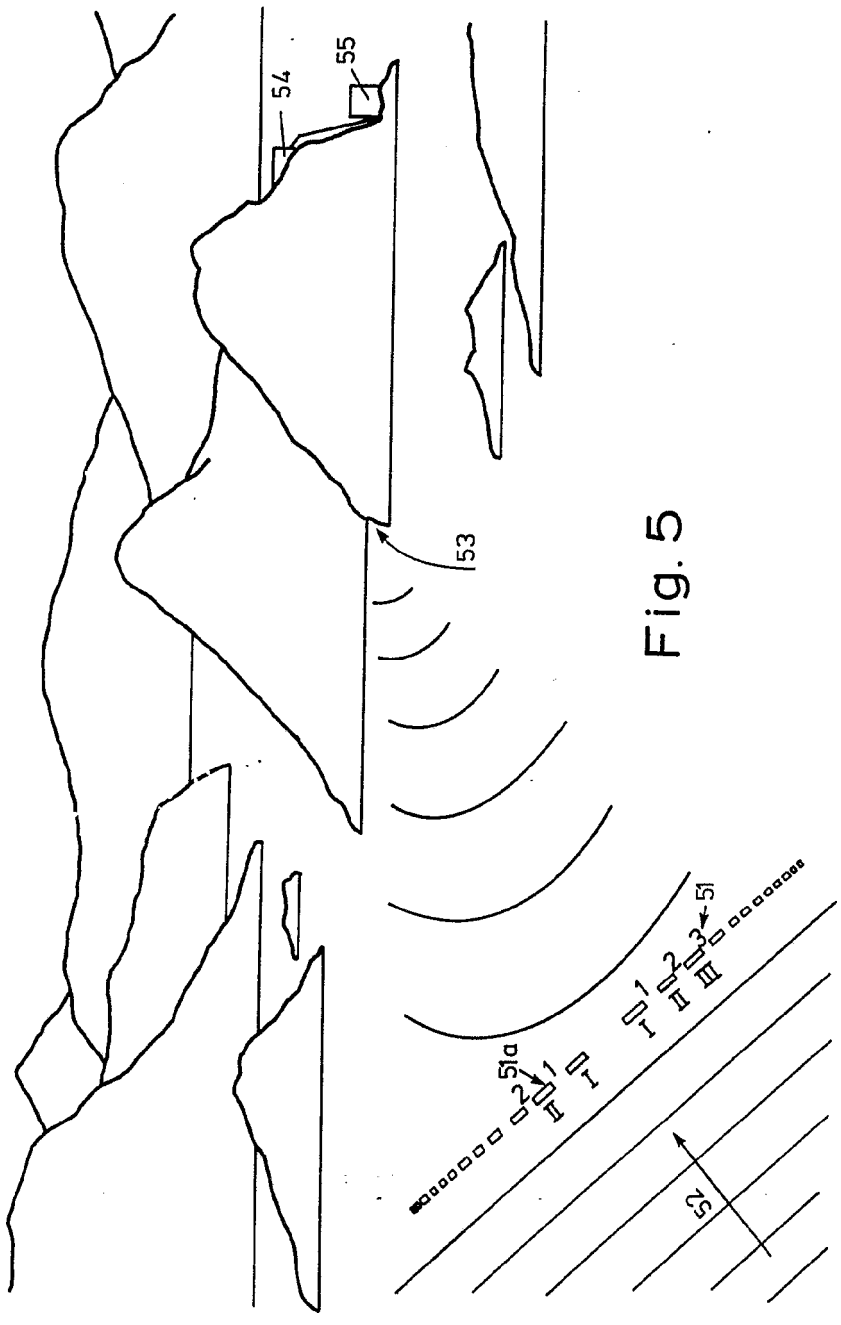


Fig. 5

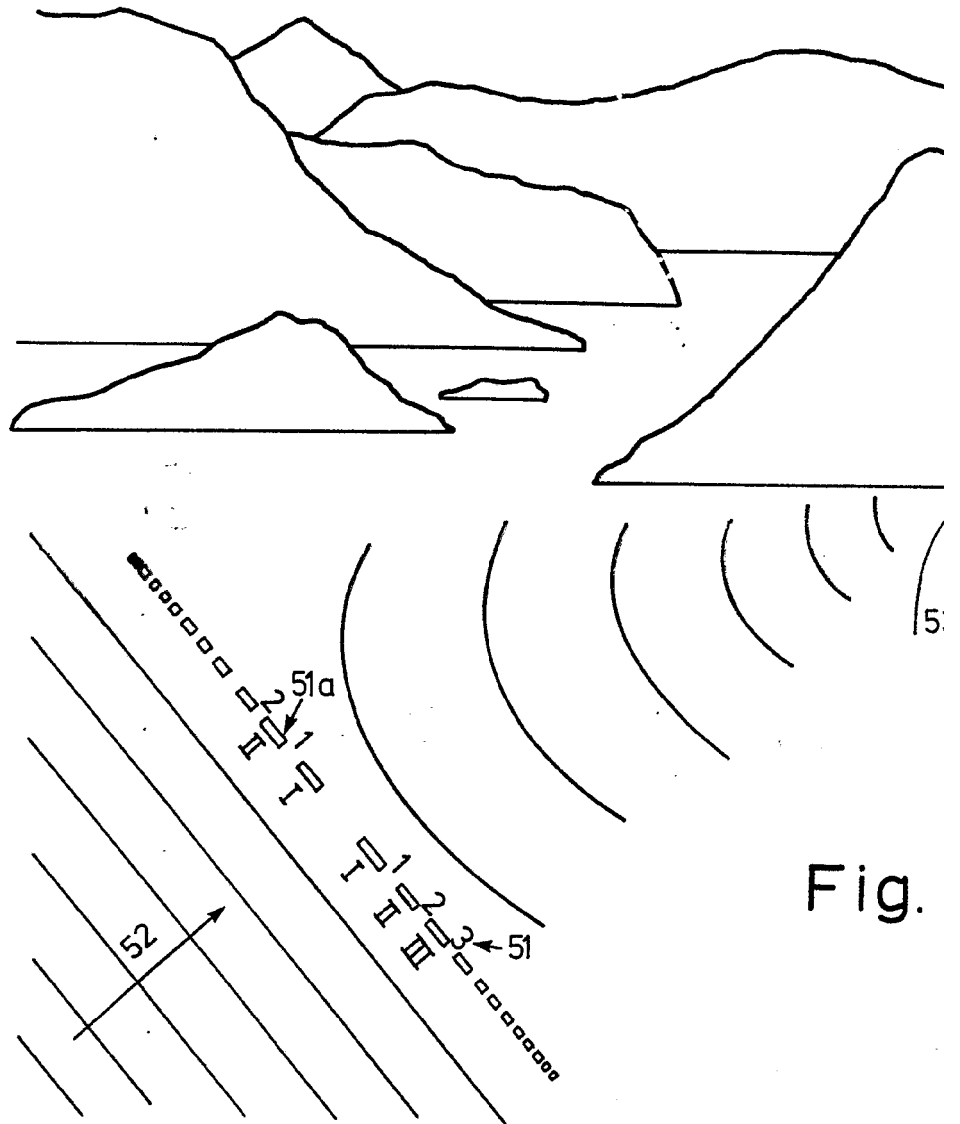


Fig.

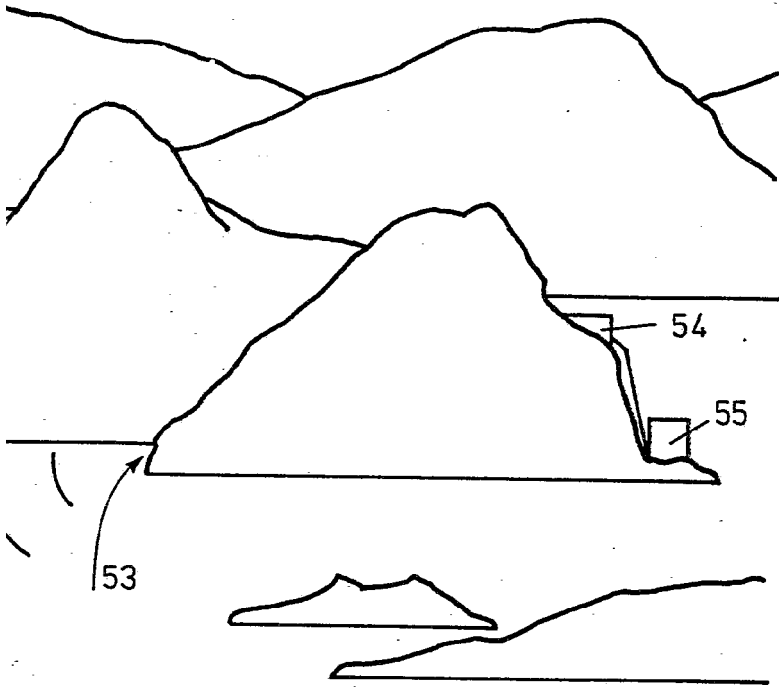
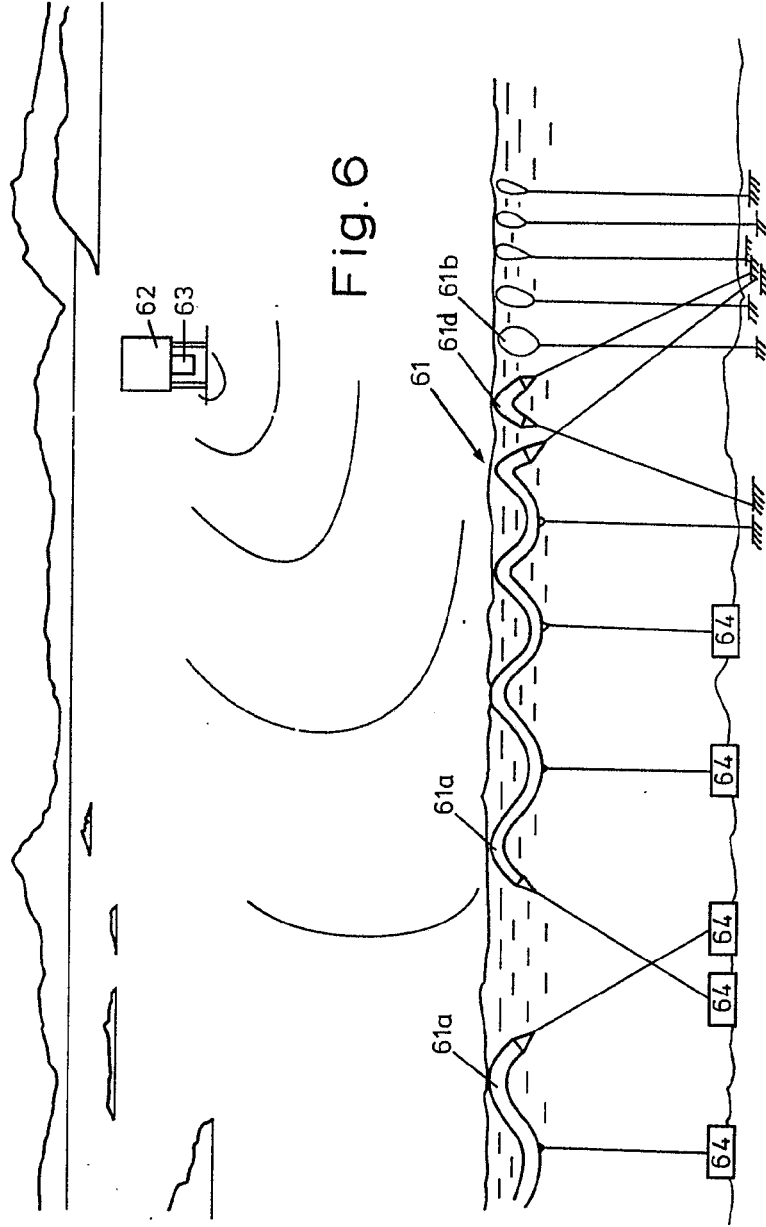
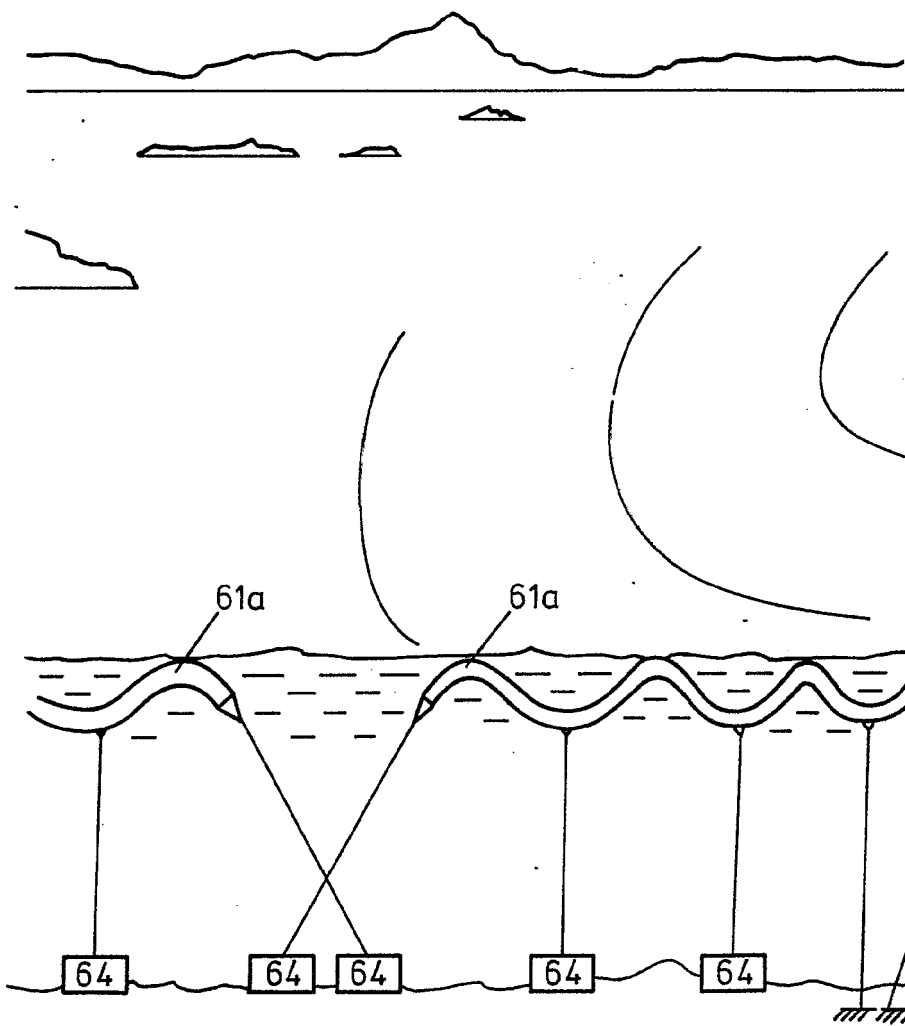


Fig. 5





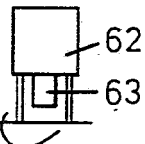
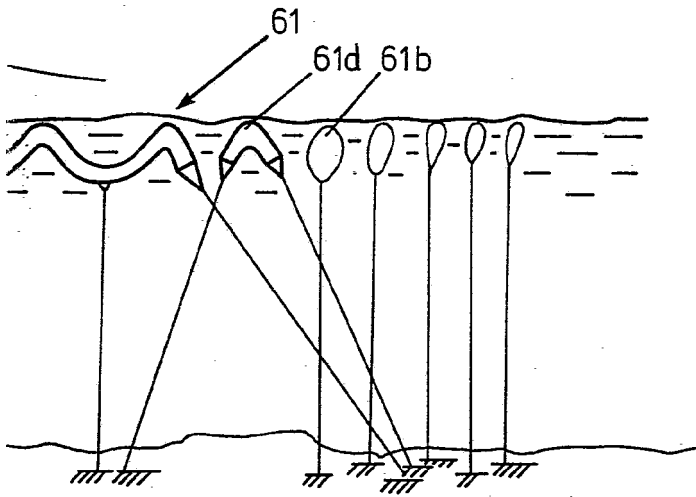


Fig. 6



Alberto de Elzaburu
Por Poder,

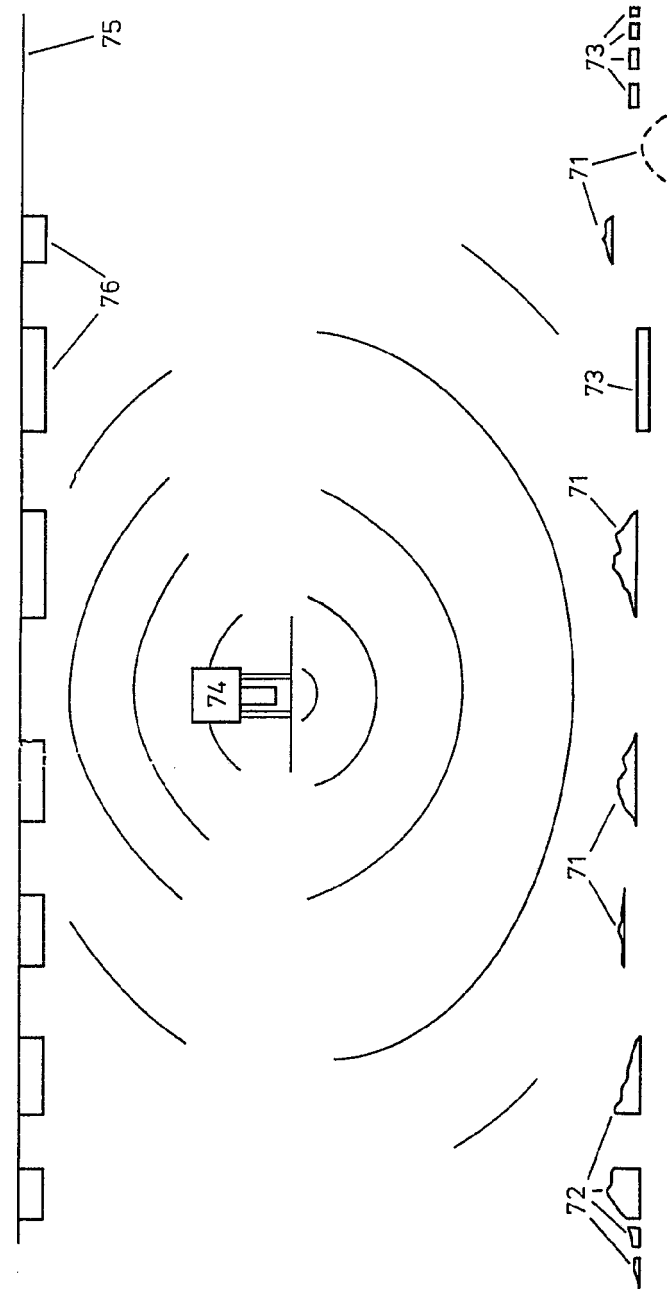


Fig.7

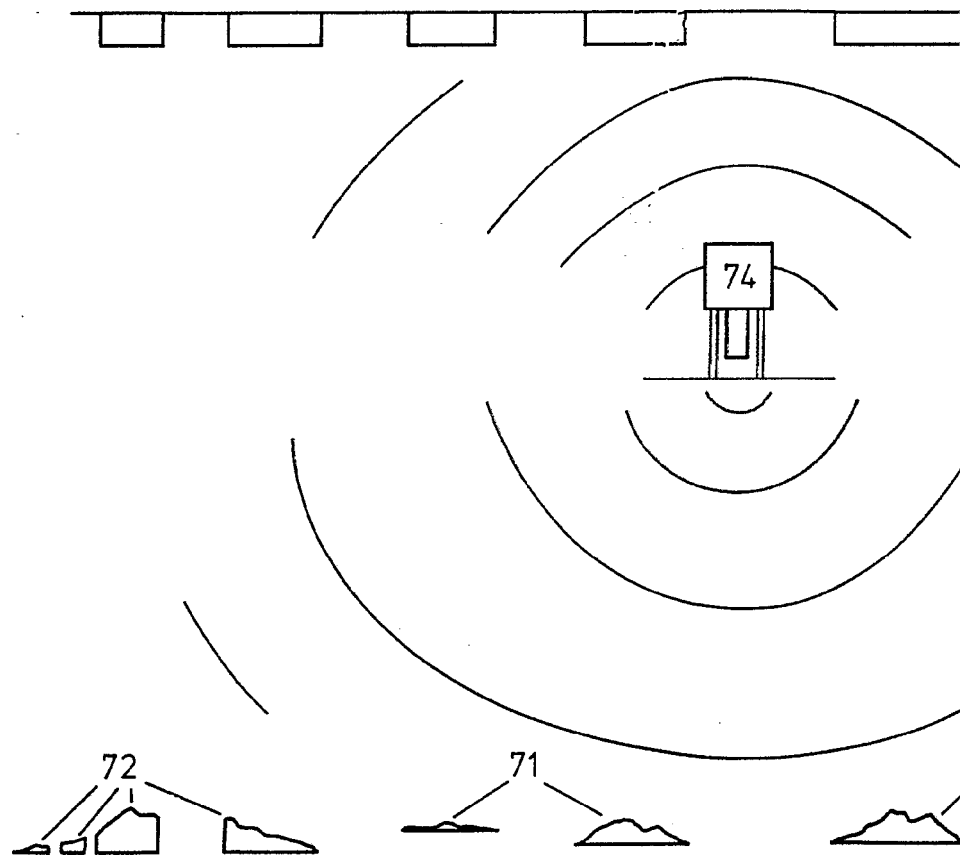


Fig. 7

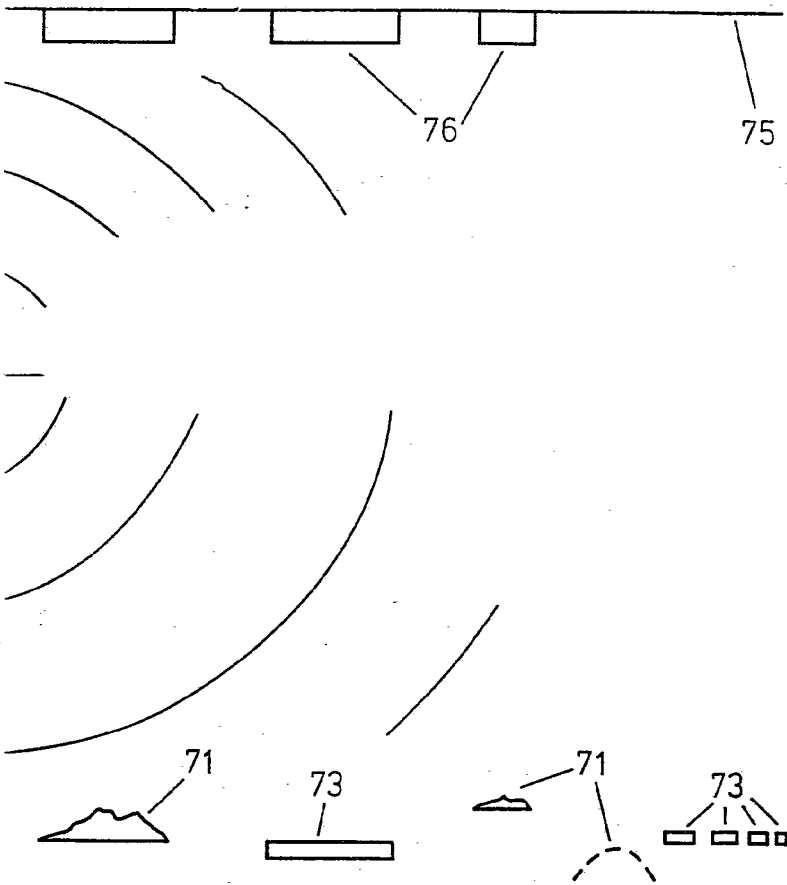


Fig. 7

Alberto de Elzaburu
Inventor

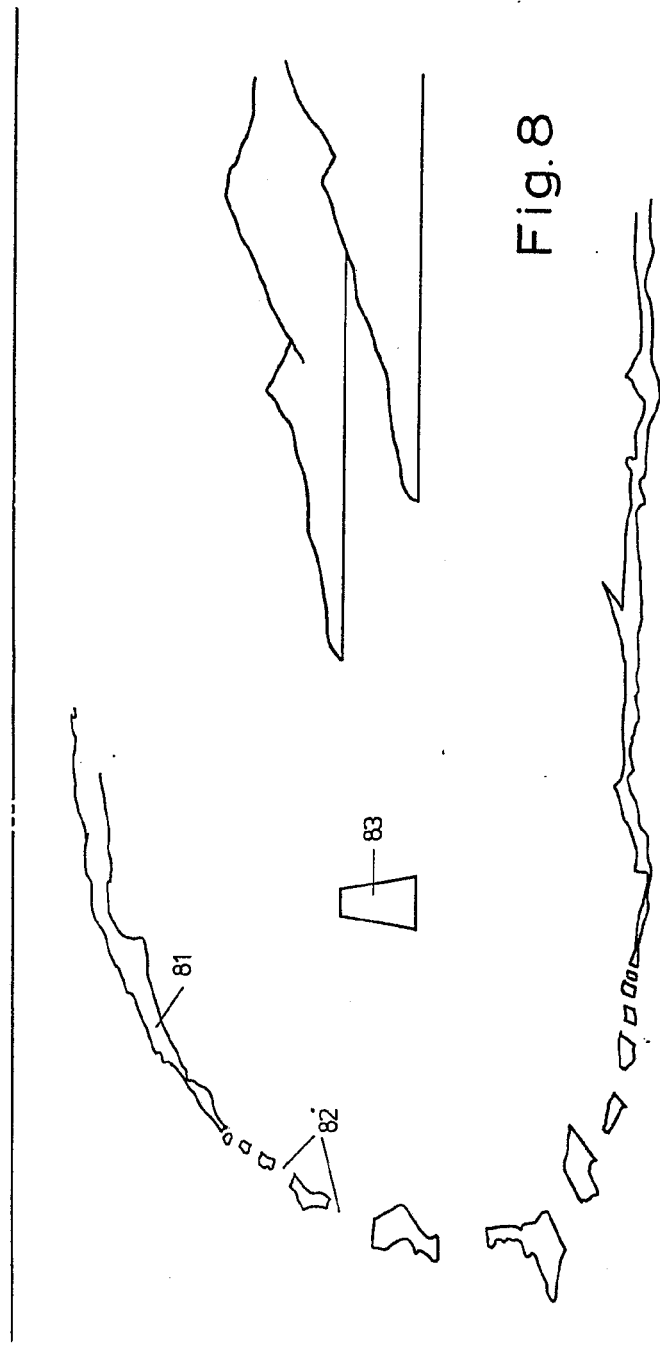
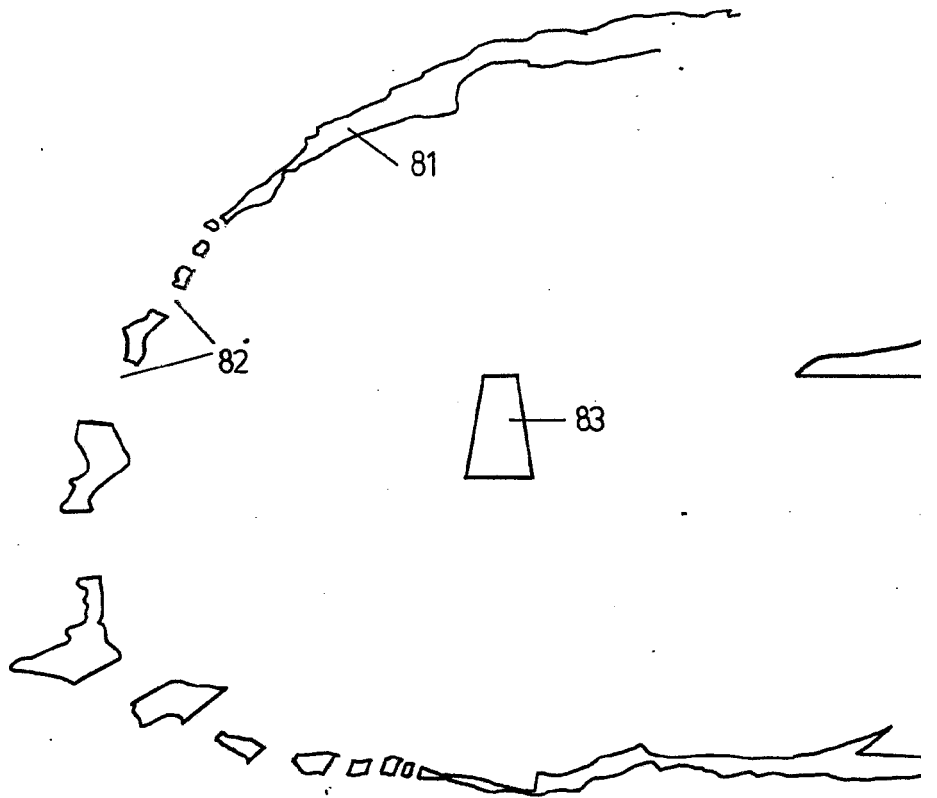


Fig. 8

SENTRALINSTITUTT FOR INDUSTRIELL ED.



SKNING

VI/X

699

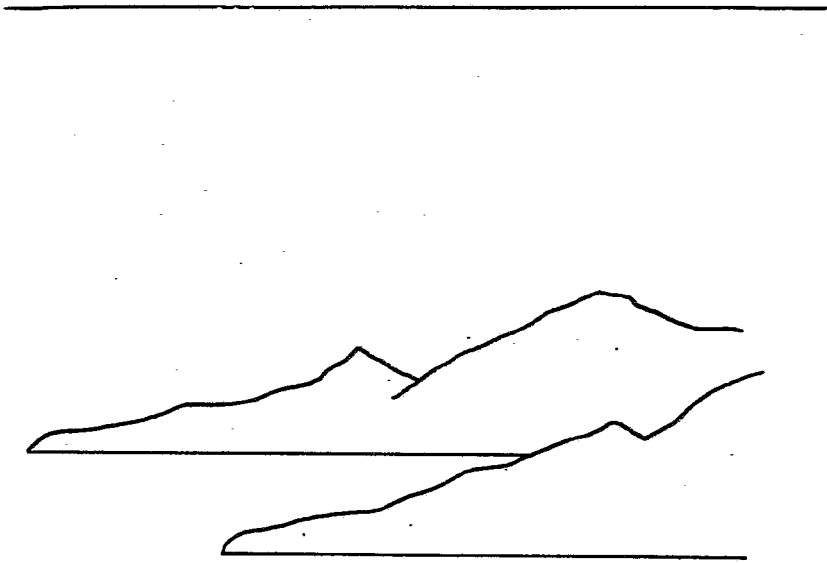


Fig. 8



Alberto de Elzabury
Por Reder,

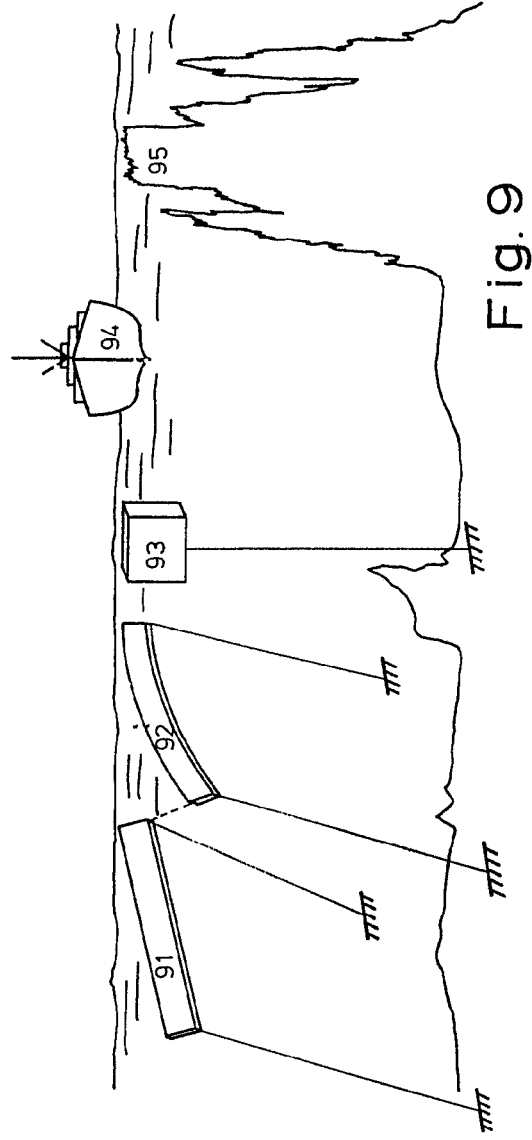
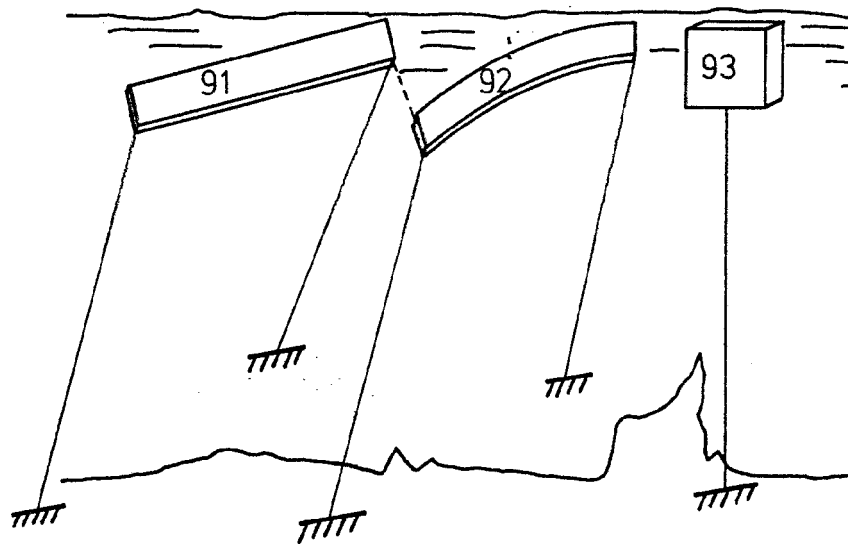


Fig. 9



Handwritten scribbles or marks at the bottom of the page.

699 10

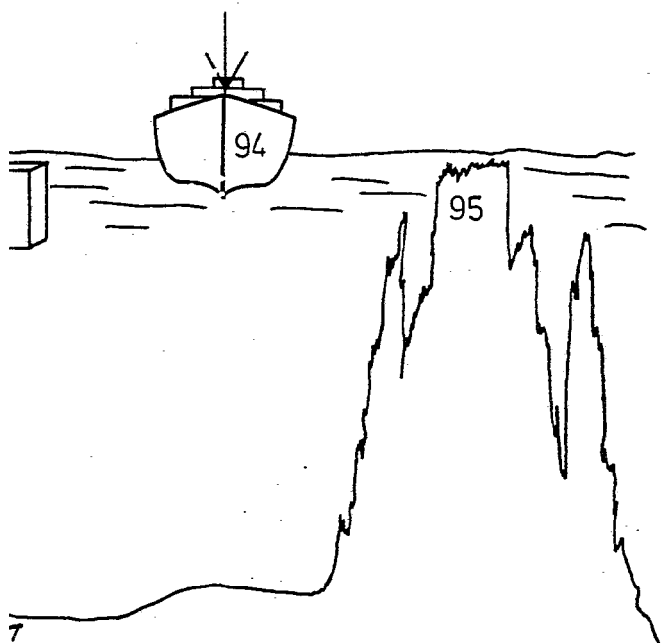


Fig. 9

Alberto del Elzaburo
For Poder,

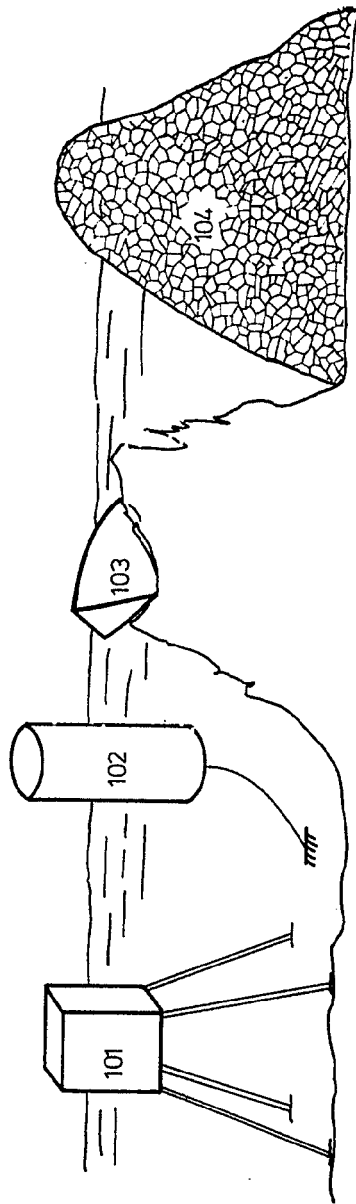


Fig. 10

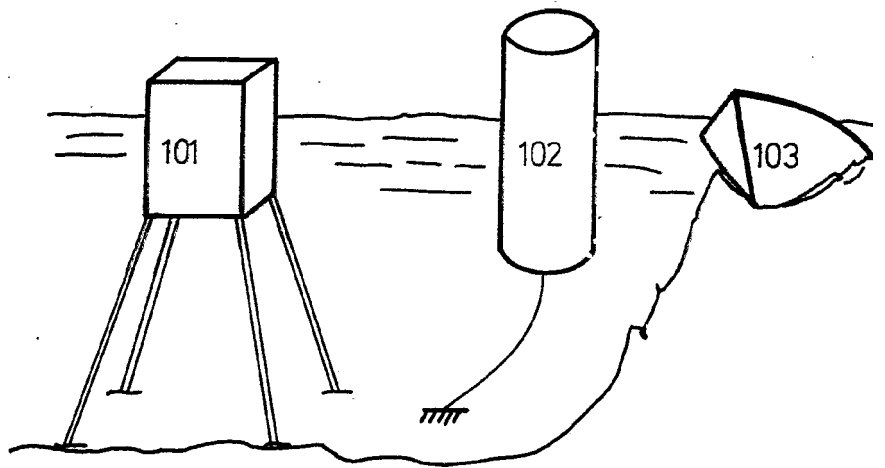


Fig. 1

699 10

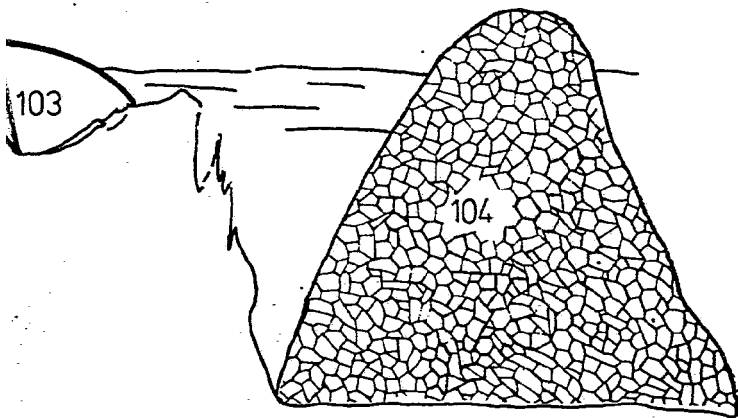


Fig. 10

Alberto de Elizabura
Por Pedro

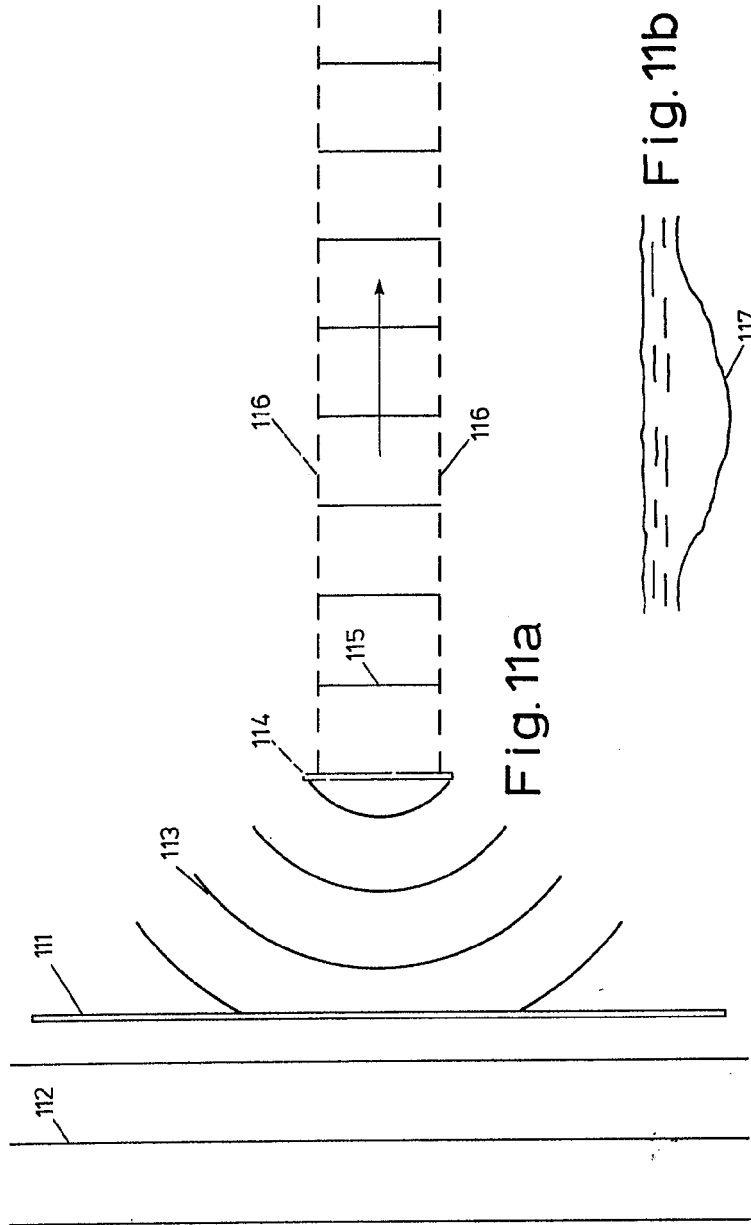
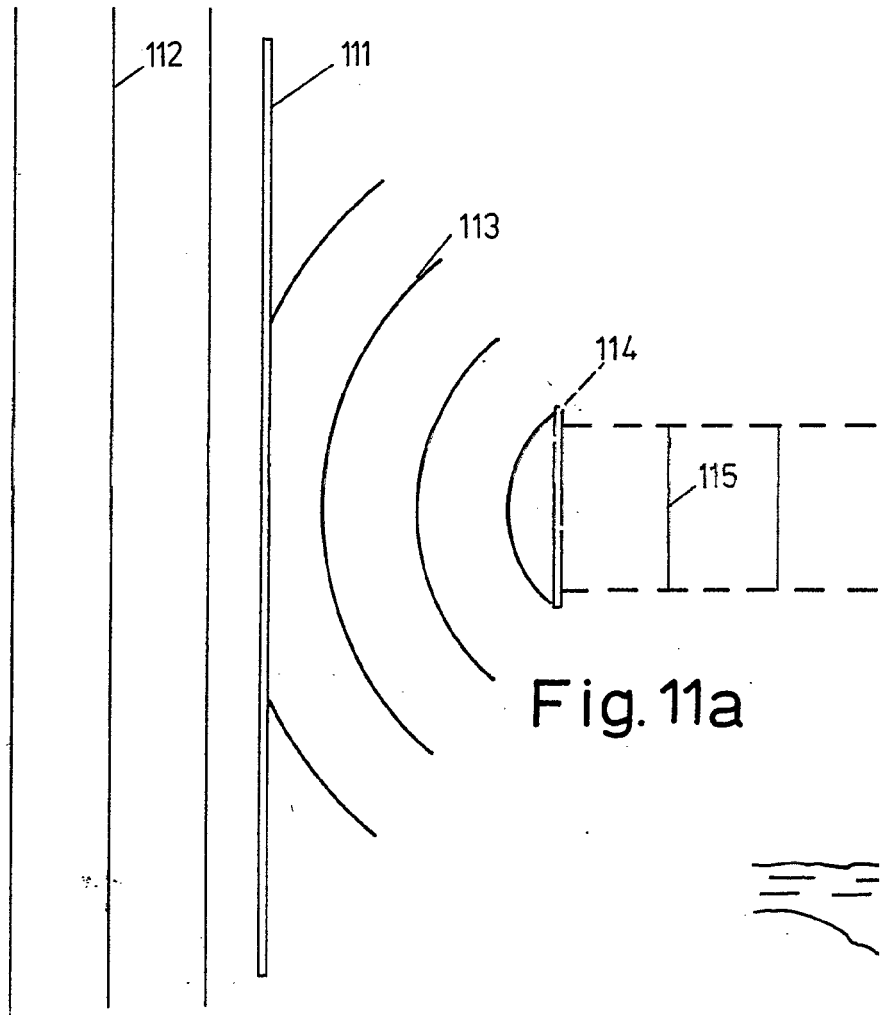


Fig. 11a

Fig. 11b



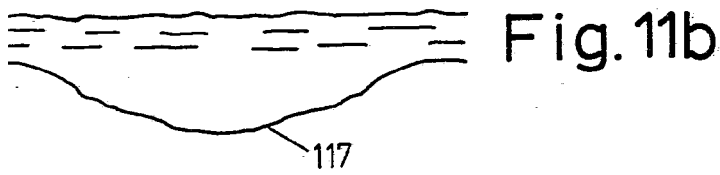
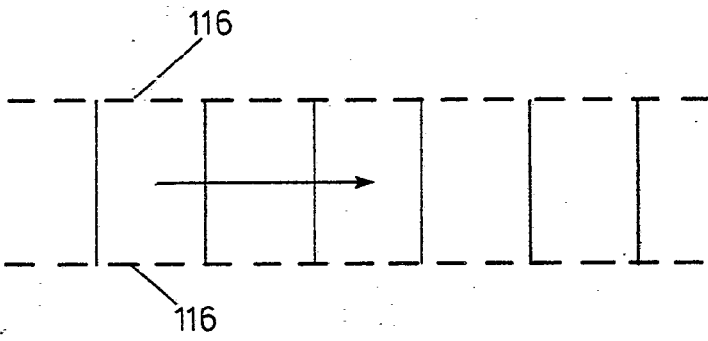


Fig. 11b

Alberto de Elzabur
Por Poder,

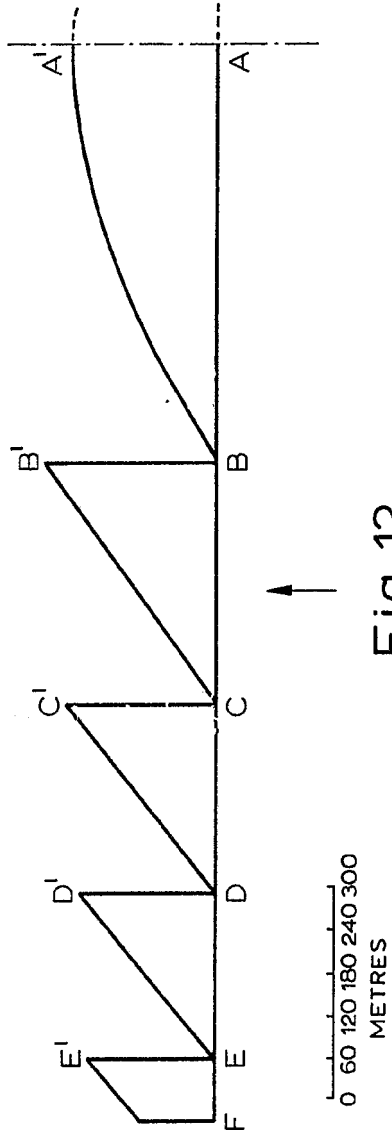
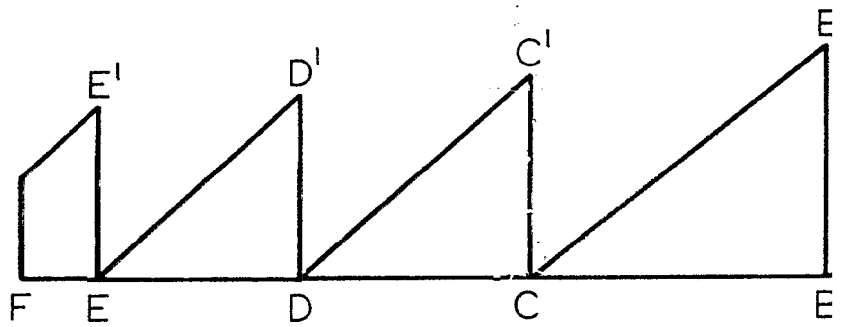


Fig. 12

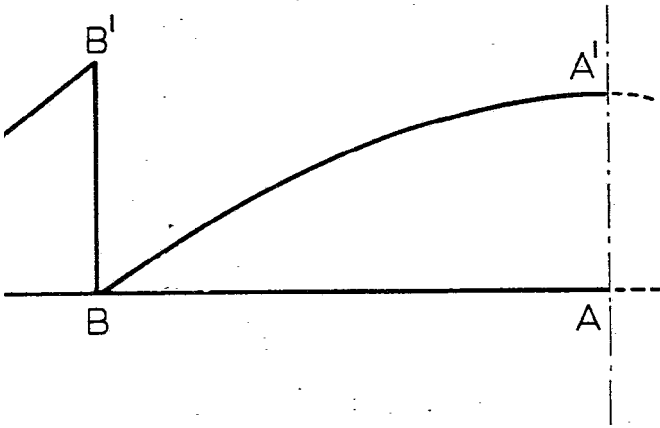


0 60 120 180 240 300
METRES



Fig. 12

5 2 2 2 2



12

Alberto de Bizburu
Por Poder,