

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

(19) ES	(11) NÚMERO 476547	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 03.ENE.1979	

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

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
868.100	9.1.78	EE.UU.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G01V	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	---	--

(54) TITULO DE LA INVENCION
 "UN METODO DE EXPLORACION POR REFRACCION SISMICA MARINA"

(71) SOLICITANTE (ES)
 MOBIL OIL CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
 150 East 42nd Street, Nueva York, Nueva York 10017, Estados Unidos de América

(72) INVENTOR (ES)
 William Harold Ruehle

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
 D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 70.703)

1 Fundamento del invento

Este invento se refiere a exploración marina sísmica y más particularmente al método de exploración sísmica por perfil de refracción.

5 En general, hay dos tipos de métodos de exploración sísmica, en los cuales se inyecta energía sísmica dentro de la tierra junto a un primer lugar de la superficie, y después de desplazarse a través de las formaciones situadas por debajo de la superficie se detecta junto a un segundo lugar de la superficie. En uno de tales métodos, el

10 método de reflexión, se refleja energía sísmica directamente por los linderos entre las formaciones situadas por debajo de la superficie y vuelve a la superficie de la tierra. En el otro de tales métodos, la energía sísmica se encuentra con dichos linderos entre formaciones situadas por debajo

15 de la superficie en un ángulo tal que es refractada a lo largo de una trayectoria que pasa a través de la formación inferior de dos formaciones substancialmente paralelas al lindero entre las formaciones. Después de salir de la formación inferior hacia dentro de la formación superior, la

20 energía sísmica es nuevamente refractada junto al lindero con un ángulo similar a aquél con el que había entrado originalmente en la formación inferior desde la formación superior. Después de volver a la superficie, la energía sísmica es registrada en forma de señales de refracción sísmica

25

1 cas.

Resumen del invento

5 De acuerdo con el presente invento, se produce energía sísmica a partir de una agrupación lineal de manantiales o fuentes a lo largo de una línea de exploración y es dirigida hacia abajo en un ángulo tal que después de entrar en una estratificación establecida situada por debajo de la superficie es refractada a través de dicha estratificación en una dirección que es paralela a dicho linderero de 10 estratificación con la estratificación situada inmediatamente encima. Después de salir de dicha estratificación, la energía sísmica refractada se desplaza hacia arriba para intersecar al menos un receptor sísmico a lo largo de la línea de exploración. La directividad de la energía sísmica resulta de un retraso en los tiempos de cebado o activación para cada manantial a lo largo de la agrupación lineal de manantiales.

15 En un aspecto del invento, los retrasos en cebar o activar los manantiales son seleccionados de manera tal que disponen la directividad del lóbulo máximo de la agrupación de manantiales dentro de la respuesta de mitad de energía de la agrupación. En otro aspecto, la longitud de la agrupación de manantiales es hecha máxima por lo que las trayectorias de radiación entrante y saliente para la ener

1 - gía sísmica caen dentro de la respuesta de mitad de energía de la agrupación de manantiales.

Breve descripción de los dibujos

5 Las figuras 1 y 2 ilustran sistemas alternativos de exploración sísmica de zonas marinas, para llevar a cabo el invento.

10 Las figuras 3 y 4 describen diseños de respuesta a la agrupación de manantiales y diseños de directividad obtenidos por utilización del sistema de exploración sísmica de la figura 1.

Descripción de la forma preferida de realización

15 Refiriéndose a la figura 1, una barca 10 para exploración sísmica arrastra un sistema S de manantiales sísmicos, que incluye una agrupación lineal de manantiales S1-Sn a lo largo de una línea de exploración. El cebado o activación de los manantiales en dicha agrupación es controlado secuencialmente de manera tal que la respuesta del lóbulo principal de la agrupación de manantiales es dirigida hacia abajo y hacia delante de la barca 10 a lo largo de la trayectoria de radiación 13a, chocando con un refractor por debajo de la superficie de la tierra en el ángulo crítico α con respecto a la vertical. Después de ser refractada, la energía sísmica sale del refractor en una -

20

25

1 pluralidad de trayectorias de radiación de energía sísmi-
ca, dos de las cuales se muestran en 15a y 15b. La energía
sísmica en cada una de dichas trayectorias de radiación
15a y 15b será detectada por los receptores sísmicos R1 y
R2 suspendidos por debajo de las boyas sónicas B1 y B2,
5 respectivamente. La energía sísmica recibida por los re-
ceptores R1 y R2 es transmitida a la barca 10 como seña-
les F1 y F2 que se desplazan desde las antenas transmisio-
ras de las boyas sónicas B1 y B2 a la antena receptora 16
situada sobre la barca 10.

10 Incluso aunque la mayor parte de la energía sísmica
generada está incluida dentro de la onda de presión A,
algo de la energía no situada dentro de la respuesta de ló-
bulo principal de la agrupación de manantiales será dirigi-
da hacia abajo y hacia atrás de la barca 10 a lo largo de
15 la trayectoria de radiación 13b. Esta energía sísmica cho-
ca con el refractor en el ángulo crítico α con la verti-
cal de manera que es refractada y detectada hacia atrás de
la barca 10 por los receptores sísmicos R3 y R4 suspendi-
dos por debajo de las boyas sónicas B3 y B4 respectivamen-
te. Esta energía sísmica es también transmitida a la barca
20 10 como señales F3 y F4, respectivamente.

25 Cambiando los tiempos de cebado o activación de
los manantiales en la agrupación S, la respuesta de lóbulo
principal de la agrupación de manantiales podría ser diri-

1 gida alternativamente hacia abajo y hacia atrás de la barca 10 a lo largo de la trayectoria de radiación 13b de manera que la porción principal de la energía sísmica refractada sería detectada y transmitida a la barca como las señales F3 y F4.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 2, se ilustra una forma alternativa de realización del sistema de exploración sísmica de la figura 1. Una primera barca 20 para exploración sísmica actúa como un lugar fijo para el sistema S de manantiales sísmicos S. Una segunda barca 21 para exploración sísmica arrastra una ristra 22 que incluye
10 una pluralidad de receptores R1-Rn a lo largo de una línea de perfil previamente determinada. La energía sísmica producida por el manantial S se desplaza hacia abajo a lo largo de la trayectoria de radiación 23, chocando con un refractor por debajo de la superficie de la tierra en el ángulo crítico α con respecto a la vertical. Después de haber sido refractada, la energía sísmica sale del refractor en una pluralidad de trayectorias de radiación 24 de energía sísmica, teniendo cada trayectoria de radiación el
15 ángulo α crítico con respecto a la vertical. La energía sísmica en cada una de dichas trayectorias de radiación será detectada por los receptores sísmicos R1-Rn cuando la barca 21 hace avanzar la ristra 22 a lo largo de la
20 línea de perfil sísmico.

25

20128

1 Más particularmente, después del primer cebado del manantial S, la energía sísmica refractada en trayectorias de radiación 24 será detectada por los receptores R1-R4, estando colocada la barca 21 para exploración sísmica en la posición A a lo largo de la línea de perfil.

5 Cuando la barca 21 se mueve hacia delante a lo largo de la línea de perfil hasta el lugar B, el manantial sísmico es cebado una segunda vez y la energía sísmica refractada que sigue las mismas trayectorias de radiación 24 es detectada por los receptores R2-R5. Cuando la barca 21 se mueve adicionalmente a lo largo de la línea de perfil hasta el lugar C, el manantial sísmico es cebado una tercera vez y la energía sísmica refractada en las trayectorias de radiación 24 es detectada por los receptores R3-R6. Similarmente, estando la barca 21 en el lugar D, los receptores R4-R7 detectarán la energía sísmica refractada que llega por el camino de las trayectorias de radiación 24. Dicha operación de exploración sísmica que utiliza un manantial puntual es descrita en una revista de título "Marine Seismic Surveying Using Non-dynamite Energy Sources" (Vigilancia sísmica marina utilizando manantiales de energía que no son de dinamita), presentada en la reunión de Octubre de 1975 de la Society of Exploration Geophysicists in Denver, Colorado, por Mr. W. D. Jenkinson y Mr. J. R. Rogers, ambos de -

15

20

25

Texaco Inc.

1 Las trazas sísmicas registradas de cada uno de
Los receptores R1-Rn para cada cebado de manantial son
reunidas conjuntamente de modo tal que las trazas que ocu-
pan una posición de superficie común serán colocadas en un
registro. Por ejemplo, los receptores R1-R4 tienen una po-
5 sición de superficie común para cebados de manantial 1-4
respectivamente. Los receptores R2-R5, R3-R6 y R4-R7 tie-
nen similarmente posiciones desfasadas comunes para suce-
sivos cebados de manantiales. Con el manantial S sobre la
barca 20 que mantiene una posición fija y haciendo la bar-
ca 21 avanzar a los receptores a lo largo de la línea de
10 perfil en una posición de receptor para cada cebado de ma-
nantial, las trazas recogidas de dicha manera serán repeti-
ciones unas de otras, excepto en cuanto al ruido ambiente.
Después de apilamiento de las trazas desfasadas comunes,
15 dicho ruido es suprimido, dejando un registro sísmico acre-
centado.

 Al realizar vigilancias por refracción sísmica
utilizando formas de realización según la figura 1 o según
la figura 2, todas las señales que llegan junto a los re-
20 ceptores R1-Rn desde direcciones distintas de las trayec-
torias de radiación salientes procedentes del refractor
pueden ser consideradas como señales de ruido indeseadas.
Dichas señales de ruido incluirán reflexiones simples y
25 múltiples, ondas que se desplazan horizontalmente, y otras

1 - perturbaciones que se originan junto al manantial de ener-
gía sísmica así como otras formas de ruido no generadas
por el manantial. Por lo tanto, un aspecto específico del
presente invento es crear un método y un sistema para ex-
ploración sísmica en que la porción principal de la ener-
5 gía sísmica generada sea dirigida hacia abajo de manera
que sea refractada por las formaciones situadas por deba-
jo de la superficie y detectada por al menos un receptor
sísmico colocado a lo largo de la deseada línea de explo-
ración.

10 De acuerdo con dicho invento, el manantial sísmico S incluye una agrupación horizontal lineal de manantiales S1-Sn como se ilustran en las figuras 1 y 2. El cebado de los manantiales en dicha agrupación es controlado secuencialmente de manera que la respuesta del lóbulo prin-
15 cipal de la onda de presión sísmica resultante es dirigida hacia el refractor situado por debajo de la superficie en el ángulo crítico α de su trayectoria de radiación entrante esperada tal como se ilustra en las figuras 1 y 2. Si la energía sísmica ha de ser irradiada dentro del cono del
20 ángulo crítico esperado α , la longitud de la agrupación de manantiales y el retraso de cebado entre manantiales S1-Sn se deben seleccionar de manera tal que el paso de banda de manantial abarque los límites de cono. Estable-
25 ciendo los límites del ángulo crítico α , se puede deter

1 -minar una máxima longitud de agrupación de manantial de
 manera que los límites de las trayectorias de radiación
 entrantes caigan junto a la respuesta de mitad de energía
 para la agrupación. El máximo lóbulo de respuesta de la
 agrupación puede ser hecho girar para incluir estos lími-
 5 tes.

La máxima longitud de agrupación puede ser deter-
 minada de acuerdo con la respuesta de diseño de agrupación
 y el esquema de directividad de la figura 3. La longitud
 de agrupación que incluirá trayectorias de radiación en un
 10 cono de abertura 2γ junto al punto de mitad de energía
 está dada por

$$L = \left(\frac{\Delta T}{T}\right)_c \left(\frac{V}{\text{sen } \gamma}\right) T \quad (1)$$

15 en donde $\left(\frac{\Delta T}{T}\right)_c$ = coordenada de respuesta de agrupación
 que define la banda de paso del cono
 c (en este caso, 0,707 de amplitud),
 T = período de señal
 20 V = velocidad del agua, y
 γ = semiángulo del lóbulo principal del
 diseño de directividad.

El retardo de cebado entre manantiales S1-Sn re-
 querido para hacer girar la sensibilidad del lóbulo princi-

1 pal está dado por

$$\Delta \tau = \left(\frac{L}{n} \right) \left(\frac{\text{sen } \theta}{V_S} \right) \quad (2)$$

en donde L = longitud de la agrupación,

5 θ = ángulo de lóbulo desde la vertical

n = número de manantiales en la agrupación, y

V_S = velocidad de la capa superficial.

En una forma preferida de realización, las tra-
 yectorias de radiación que pueden esperarse son de 10 a
 10 40° tal como se ilustra en la figura 4, dando de este modo
 un valor γ de 15°. El período máximo a registrar es de
 0,05 segundos, proporcionando por lo tanto una τ de 0,05
 segundos. La velocidad de la energía sísmica en agua, V_W ,
 es de 1500 metros por segundo. El valor de $\left(\frac{\Delta T}{\tau} \right)_c$ de la
 15 figura 3 para el punto de mitad de energía, o respuesta de
 0,707 de amplitud es de 0,5. Estos valores dan una máxima
 longitud de manantial por la ecuación (1) de 144,6 metros.
 De acuerdo con la forma preferida de realización, 19 manan-
 tiales sísmicos están separados a lo largo de los 141,5 me-
 20 tros de longitud de la ristra. Dicha longitud de manantial
 proporcionará un lóbulo principal de 30° de anchura en la
 respuesta del manantial. El centrar el lóbulo a 25° respec-
 to de la vertical requerirá retrasos de cebado de manan-
 25 tial de 0,0021 segundos por la ecuación (2).

1

En una forma alternativa de realización, los manantiales pueden estar separados desigualmente a lo largo de la agrupación o pueden ser ponderados desigualmente con respecto a las capacidades de energía a lo largo de la agrupación de manera que controlen adicionalmente la onda de presión sísmica resultante. El retraso de cebado entre manantiales S_1-S_n está dado por:

5

$$\Delta T_i = \Delta X_i \delta t \quad (3)$$

10

en donde ΔX_i = separación entre el manantial de orden i y el manantial de orden $i + 1$; y

$$\delta_t = \frac{\Delta T}{L} \quad (\text{es decir, escalonamiento por unidad de longitud})$$

15

Utilizando el retraso de la ecuación (3) para manantiales desigualmente separados o desigualmente ponderados, el punto de respuesta de mitad de energía para las trayectorias de radiación en un cono de abertura 2γ aparecerá en un punto $\left(\frac{\Delta T}{T}\right)_c$ de la figura 3 que es distinto de 0,5.

20

25

20128

1

REIVINDICACIONES

1ª.- Un método de exploración por refracción sísmica marina que comprende las operaciones de : (a) producir energía sísmica a partir de una agrupación lineal de manantiales a lo largo de una línea de exploración; (b) dirigir dicha energía sísmica desde dicha agrupación lineal de manantiales en un ángulo tal que después de entrar en una estratificación establecida situada por debajo de la superficie es refractada a través de dicha estratificación en una dirección que es paralela a dicho lindero de estratificación con la estratificación situada inmediatamente encima y después de salir de dicha estratificación se desplaza hacia la superficie del agua para intersectar al menos un receptor sísmico colocado a lo largo de dicha línea de exploración; y (c) detectar la energía sísmica refractada con dicho receptor.

2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en que la etapa de dirigir dicha energía sísmica comprende retrasar los impulsos sísmicos producidos por cada manantial en dicha agrupación de manantiales por un retraso de tiempo entre dichos manantiales para dirigir energía sísmica en dicho ángulo.

25

3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en que

20128

1 - dicho retraso de tiempo está dado por:

$$\Delta T = \frac{L}{n} \left(\frac{\text{Sen } \theta}{V_S} \right)$$

5 en donde τ es dicho retraso de tiempo, L es la longitud de agrupación de manantiales, n es el número de manantiales en la agrupación, θ es el ángulo de directividad del lóbulo principal desde la vertical, y V_S es la velocidad de capa superficial.

10 4ª.- El método de la reivindicación 2ª, en que dicho retraso de tiempo se selecciona de manera tal que dispone el lóbulo máximo de la agrupación de manantiales dentro de la respuesta de mitad de energía de dicha agrupación.

15 5ª.- El método de la reivindicación 2ª, en que la longitud de agrupación de manantiales está dada por:

$$L = \left(\frac{\Delta T}{\tau} \right)_c \left(\frac{V_W}{\text{Sen } \gamma} \right)$$

20 en donde L es la longitud, τ es el período de señal, $\left(\frac{\Delta T}{\tau} \right)_c$ es el punto de coordenada de mitad de energía de la respuesta de agrupación $\frac{\Delta T}{\tau}$, V_W es la velocidad acústica en el agua, y γ es el semiángulo del diseño de directividad del lóbulo principal.

25 6ª.- El método de la reivindicación 5ª, en que
20128

1 la longitud del manantial es hecha máxima de manera que las trayectorias de radiación entrante y saliente para dicha energía sísmica caen dentro de la respuesta de mitad de energía para la agrupación de manantiales.

5 7^a.- El método de la reivindicación 1^a, en que los manantiales están separados a igual distancia a lo largo de dicha agrupación.

10 8^a.- El método de la reivindicación 1^a, en que los manantiales están distanciados desigualmente a lo largo de dicha agrupación.

9^a.- El método de la reivindicación 1^a, en que los manantiales están igualmente ponderados con respecto a las capacidades de energía a lo largo de dicha agrupación.

15 10^a.- El método de la reivindicación 1^a, en que los manantiales están ponderados desigualmente con respecto a las capacidades de energía a lo largo de dicha agrupación.

20 11^a.- Un método de exploración por refracción sísmica marina.

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

25

1

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

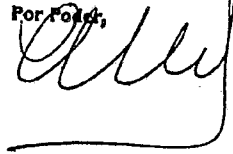
5

Madrid, 31.ENE.1979

P.A.

Alberto de Elizabete

Por Falt,



10

15

20

25

26019

JL/.

FIG. 1

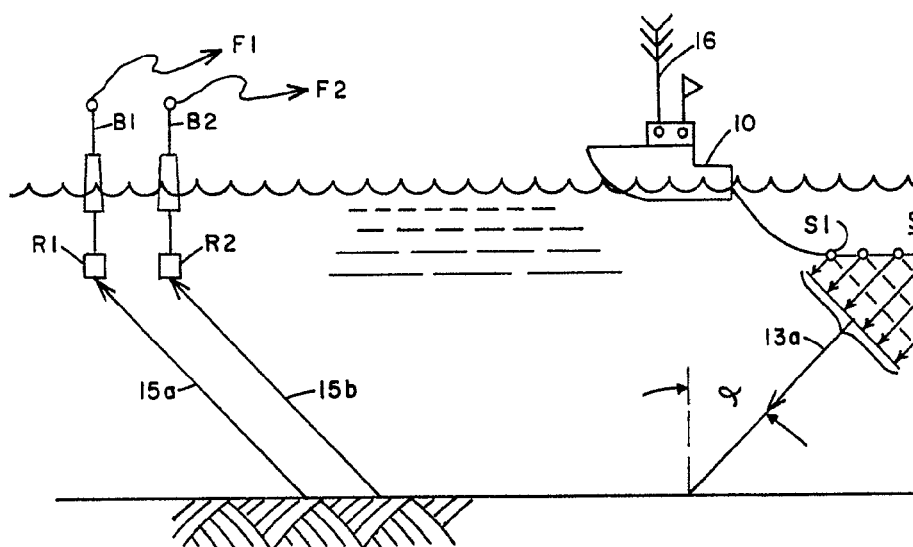


FIG. 2

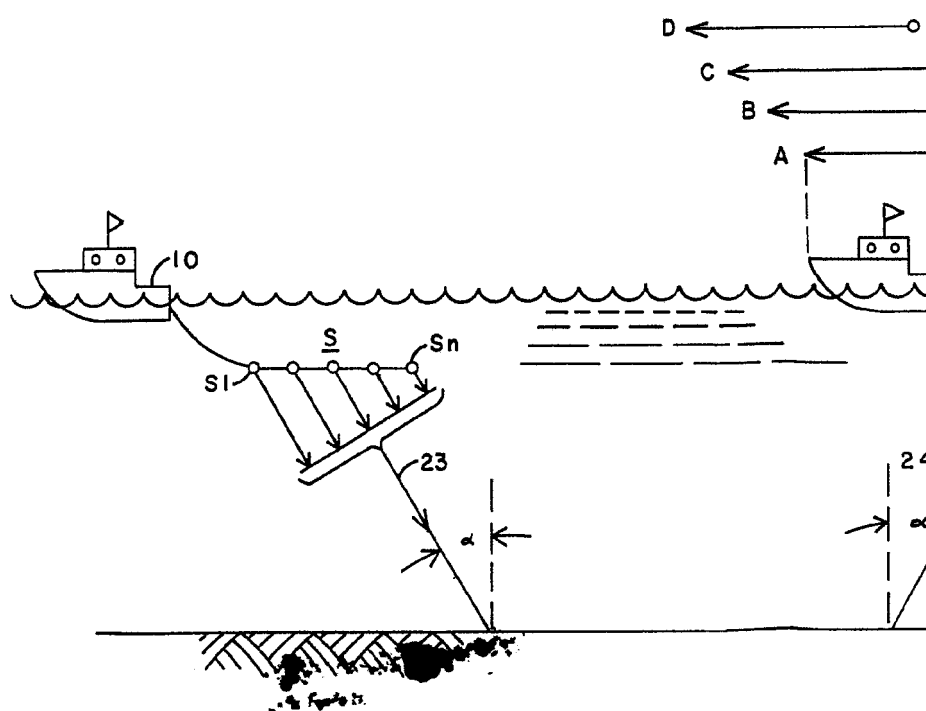
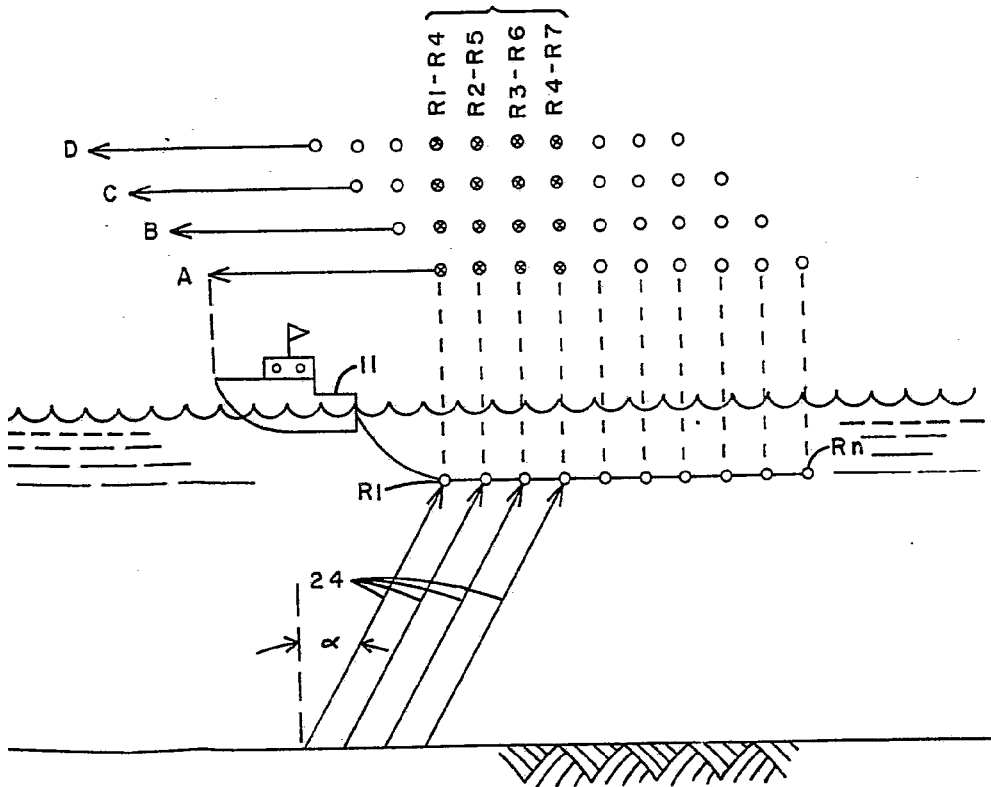
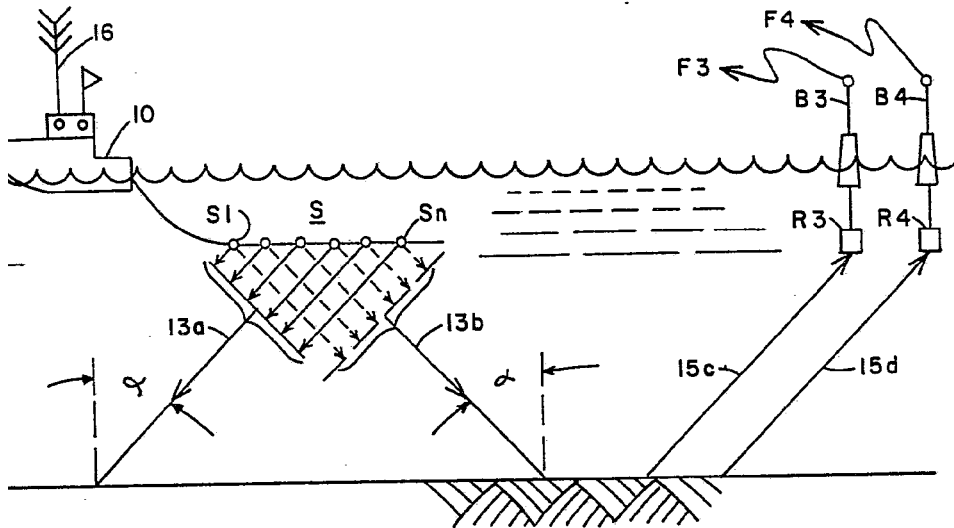


FIG. 1



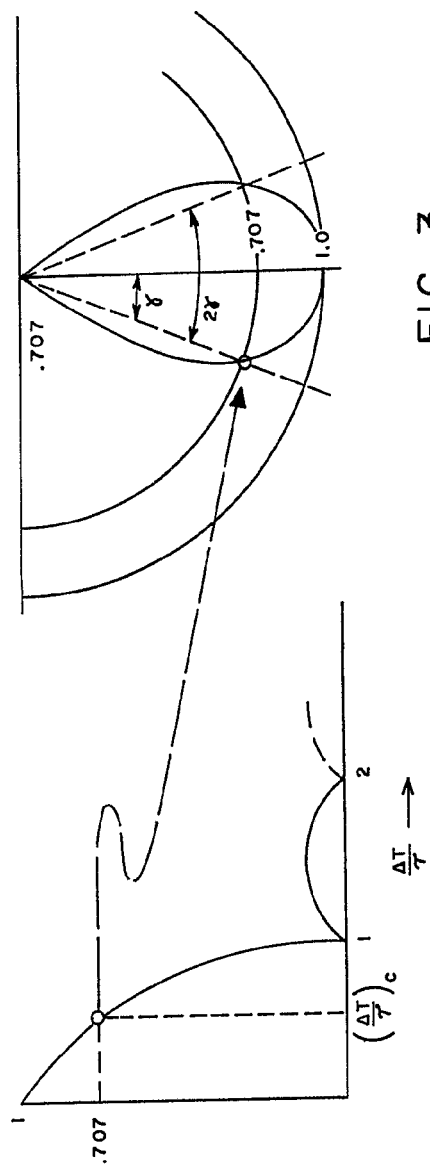


FIG. 3

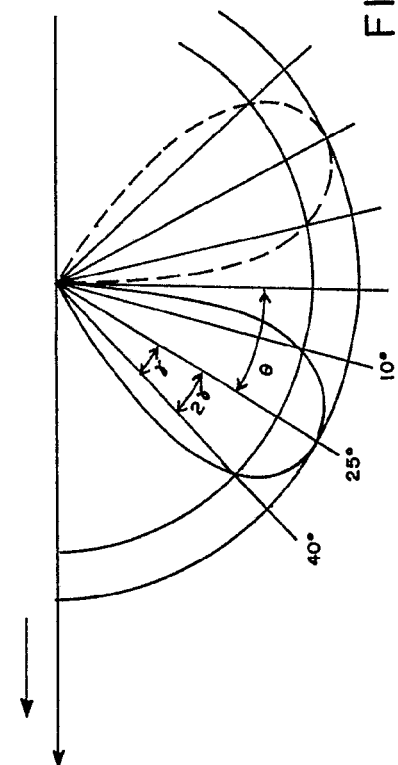
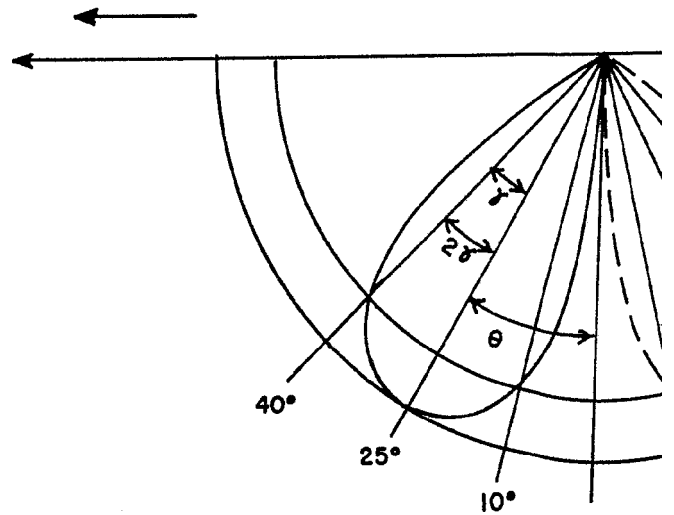
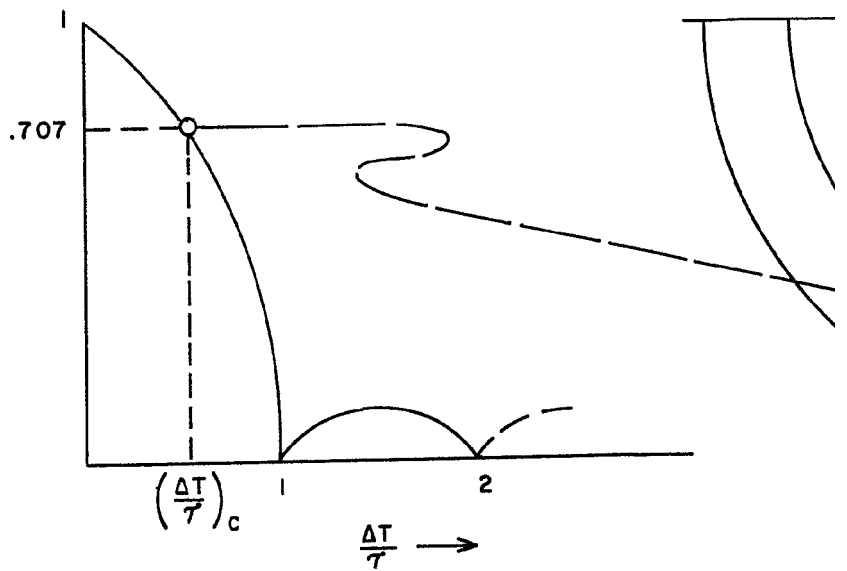


FIG. 4



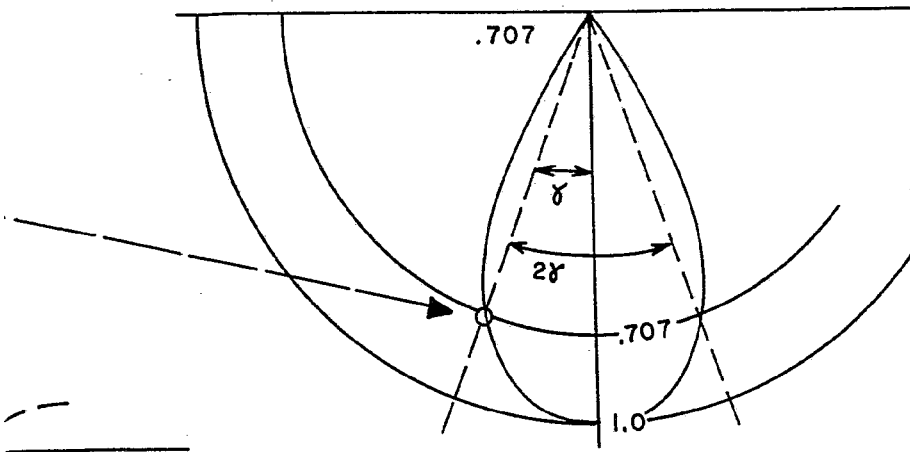


FIG. 3

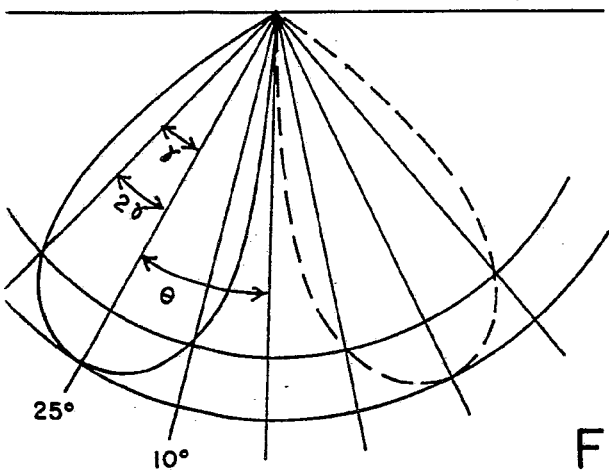


FIG. 4

Alberto G. ...
Per Madrid