

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 593**

51 Int. Cl.:  
**G01S 3/805** (2006.01)  
**G01S 3/808** (2006.01)  
**G10K 11/34** (2006.01)  
**G01S 11/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08734981 .7**  
96 Fecha de presentación: **03.04.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2145203**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA MARCAR UN OBJETIVO QUE EMITE SONIDO.**

30 Prioridad:  
**14.05.2007 DE 102007022563**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.12.2011**

73 Titular/es:  
**ATLAS ELEKTRONIK GMBH  
SEBALDSBRÜCKER HEERSTRASSE 235  
28309 BREMEN, DE**

72 Inventor/es:  
**SCHNEIDER, Dietmar**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 369 593 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para marcar un objetivo que emite sonido

La invención se refiere a un procedimiento para marcar un objetivo que emite sonido mediante una antena submarina alargada que presenta una multitud de transductores electroacústicos según el preámbulo de la reivindicación 1.

En el caso de un procedimiento para marcar conocido para la localización pasiva de un blanco u objetivo que emite sonido, es decir que genera sonido, que refleja sonido o que dispersa sonido (EP 01 308 745 B1) se aplica una antena denominada antena lineal con una multitud de transductores electroacústicos, colocados pegados unos a otros. Una antena lineal de este tipo son, por ejemplo, denominadas antenas remolcadas (towed arrays) o antenas laterales (flank arrays) dispuestas en el cuerpo del buque. La antena lineal tiende un sector de recepción dentro del cual sonido entrante que se emite del blanco o del objetivo y que se propaga en el agua se recibe por los transductores. Para determinar la dirección del sonido entrante con las señales de recepción de los transductores electroacústicos se generan un abanico del diagrama polar o beams que cubre el sector de recepción mediante un denominado generador de direcciones o generador de beam. Cada diagrama polar orientable electrónicamente en la dirección horizontal con respecto de una dirección de referencia presenta un ángulo de abertura horizontal relativamente pequeño y un ángulo de abertura más o menos grande en función del número de los transductores electroacústicos dispuestos de forma vertical, así como una dirección principal con la máxima sensibilidad de recepción. Como dirección de referencia normalmente se elige la dirección horizontal, perpendicular con respecto a la antena submarina, también denominada dirección perpendicular. Para la generación de las diferentes diagramas polares o beams se retardan las señales de recepción de los transductores, y concretamente de tal manera que sean cofásicas para el respectivo ángulo de pivotaje de la dirección principal del diagrama polar y las señales de recepción cofásicas se suman para formar los denominadas señales de grupo que forman los diagramas polares. Los tiempos de retardo para las señales de recepción de los transductores individuales se miden mediante la velocidad de sonido medida en el lugar de la antena, la posición de los transductores dentro de la antena submarina y del ángulo de giro del respectivo diagrama polar. En el caso de recepción de sonido en el abanico del diagrama polar se va a aquel diagrama polar en la que existe un máximo de recepción de sonido. Este se determina porque se detecta el máximo de nivel de las señales de grupo que forman los diagramas polares. El ángulo de pivotaje de la dirección principal del diagrama polar se emite como marcación de objetivo. La marcación de objetivo se representa de forma numérica o gráfica en el marcador.

En el caso de antenas lineales de este tipo con el ángulo de pivotaje de la dirección principal del diagrama polar o con el tamaño de ángulo de marcación varía tanto el ángulo de abertura horizontal así como el ángulo de abertura vertical del diagrama polar o de los beams. En el caso de un ángulo de marcación de  $0^\circ$  perpendicular con respecto a la antena submarina el ángulo de abertura horizontal es el más pequeño o el ángulo de abertura vertical es el más grande. A medida que los ángulos de marcación van aumentando con respecto a la dirección de referencia hacia delante o hacia popa los ángulos de apertura vertical y horizontal de los diagramas polares se aproximan entre sí.

En la Figura 1 se dibuja a modo de ejemplo la línea de contorno 3dB de un diagrama polar que marca un objetivo o de un beam que marca el objetivo de una antena lineal en el caso de tres ángulo de pivotaje distintos de su dirección principal, es decir, en el caso de tres marcaciones de objetivo o ángulos de marcación  $\beta$  distintos. En la abscisa se representa el ángulo de marcación  $\beta$  y en la ordenada se representa el ángulo de entrada del sonido  $\gamma$ . Mientras que el diagrama polar en la cercanía de la dirección perpendicular ( $\beta=0^\circ$ ) es simétrica, se abolla la línea de contorno 3dB similar a un plátano con un blanco marcado hacia popa o hacia delante. Si el sonido viene exclusivamente desde la dirección horizontal entonces el máximo del diagrama polar siempre se encuentra en la coordenada  $\beta$  exactamente en la marcación de objetivo indicada. Sin embargo, si el sonido también viene de una dirección vertical, tal como está indicado a modo de ejemplo por la recta trazada a rayos que transcurre a través de la paralela con respecto a la coordenada  $\beta$  entonces el máximo del diagrama polar a lo largo de la línea indicada en la Figura 1 de forma punto y coma de la sensibilidad de recepción máxima hacia ángulos de marcación  $\beta$  horizontales mayores, lo que lleva a una desviación de la marcación verdadera, es decir, de forma general se marca un ángulo de marcación  $\beta$  demasiado grande. El error de marcación generado en este caso está simbolizado en la Figura 1 mediante la flecha doble sobre la coordenada  $\beta$ . A medida que la marcación va aumentando de tamaño, es decir, con el ángulo de marcación creciente, aumenta la desviación. Como consecuencia de esto en el caso de todas las antenas submarinas lineales y próximas a lineales debido al ángulo de abertura  $2\Theta_{3dB}$  grande vertical de por ejemplo  $75^\circ$  ( $\pm 37,5^\circ$  hacia arriba y hacia abajo) y en caso de una entrada vertical de sonido surgen errores de marcación sistemáticos como función del ángulo de marcación  $\beta$ , tal como está representado en el diagrama de la Figura 2.

En un procedimiento conocido para determinar valores de profundidad del perfil de aguas a partir de tiempos de recorrido de pulsos medidos de impulsos de emisión emitidos por los arrays de transductores y a partir de las direcciones de emisión (DE 42 07 716 A1) para evitar errores debido a la especificación de una velocidad de sonido incorrecta en el cálculo de los valores de profundidad se introduce un factor de corrección con el que se multiplica la velocidad de sonido fijada, medida en la superficie de las aguas para obtener la velocidad de sonido real en el recorrido de medida. Para ello para cada array de transductores se determinan valores de profundidad en cada caso en la dirección de la plomada vertical y para una dirección de plomada perpendicular con respecto al plano del array

de transductores y mediante de los valores de profundidad seleccionados para todas las demás direcciones de la plomada se determina valores de profundidad estimados de un perfil de estimación. Para al menos una de las demás direcciones de plomada el valor de profundidad estimado se compara con el valor de profundidad determinado a partir del tiempo de recorrido del impulso medido y de esto se determina el factor corrector para la velocidad de sonido fijada.

La invención se basa en la tarea indicar un procedimiento para marcar un objetivo del tipo mencionado al principio que falla menos y por ello produce marcaciones más exactas.

Esta tarea se resuelve según la invención por las características de la reivindicación 1.

El procedimiento según la invención tiene la ventaja que los errores de marcación muy grandes que ocurren especialmente en el caso de ángulos de marcación que se distinguen de forma importante de la perpendicular en la zona denominada endfire de la antena submarina se eliminan en gran medida y con ello se obtiene marcaciones fiables, iguales en todas las direcciones de marcación de la antena submarina lineal. En el caso de profundidades de agua muy elevada en la que el modelo de propagación de sonido calcula un recorrido de rayo del sonido que no cambia en un intervalo de ángulos alrededor de la marcación de objetivo medido ya es suficiente una corrección derivada del ángulo de entrada del sonido vertical de la velocidad de sonido que entra en el retardo de tiempo de las señales de recepción para obtener una marcación muy exacta también en la zona "endfire" mediante el ajuste del diagrama polar. En el caso de profundidades de agua reducidas en las que habitualmente puede variar de forma sustancial el perfil del suelo del canal de agua en diferentes direcciones de marcación y con ello la propagación del sonido, se obtiene continuamente una marcación de objetivo mejorada mediante la determinación iterativa del ángulo de entrada de sonido vertical y mediante la corrección repetida de la velocidad del sonido que se aproxima hacia un valor de convergencia después de pocas iteraciones que indica la marcación minimizada en cuanto errores hacia el objetivo.

Formas de realización apropiadas del procedimiento según la invención con desarrollos ventajosos y configuraciones de la invención resultan de las demás reivindicaciones.

Según una forma de realización ventajosa de la invención se utiliza como factor de corrección para la multiplicación con la velocidad de propagación del sonido el valor inverso del coseno del ángulo de entrada del sonido vertical determinado.

La invención se describe más en detalla a continuación con la ayuda de un ejemplo de realización ilustrado en el dibujo. Muestran:

- Figura 1 a modo de ejemplo una línea de contorno  $-3\text{dB}$ - de un diagrama polar de una antena submarina lineal tendida a través de la marcación o el ángulo de marcación  $\beta$  y el ángulo de entrada de sonido y para tres ángulos de marcación diferentes
- Figura 2 una representación esquemática del error de marcación de la antena lineal en función de la marcación  $\beta$ ,
- Figura 3 un diagrama funcional para la explicación del procedimiento de marcación,
- Figura 4 una representación esquemática de un recorrido de rayo de sonido calculado mediante un modelo de propagación de sonido dentro de un ángulo de apertura  $2\Theta$ - $3\text{dB}$  vertical de la antena lineal para un ángulo de marcación  $\beta=45^\circ$ .

El procedimiento para marcar de un objetivo que emite sonido mediante una antena submarina alargada se describe más en detalle a continuación mediante del diagrama funcional representado en la Figura 3. Con un objetivo que emite sonido en este caso se entiende un objetivo alejado de la antena que genera sonido, refleja sonido y dispersa hacia atrás sonido que se expande en el agua y que se recibe por la antena submarina. Ejemplos de una antena submarina alargada o lineal o similar a lineal son unas denominadas antenas remolcadas arrastradas por una embarcación (towed arrays) o una antena lateral (flank array) dispuesta en el casco del barco de vehículos submarinos o también antenas PRS (passiv ranging sonar) portadas por una embarcación.

En caso de todos los sistemas de antena generalmente se determina la marcación de objetivo, es decir, es el ángulo de marcación que incluye la dirección sondeada hacia el objetivo con una dirección de referencia, por ejemplo, la vertical horizontal respecto a la antena submarina, a partir las señales de salida de los transductores electroacústicos mediante un tratamiento de señal de marcación de objetivo realizada en un dispositivo de marcación. Para ello es necesario introducir el valor actual de la velocidad de sonido en el lugar de la antena submarina que generalmente se mide anteriormente en la proximidad de la antena submarina. El dispositivo de marcación está concebido diferente respectivo a la antena submarina utilizada y en el caso de uso de una antena lineal con una multitud de transductores colocados en fila unos al lado de otros es fundamentalmente diferente que en el caso del uso de una denominada antena PRS que consiste de tres bases de receptores de transductores electroacústicos dispuestos a una mayor distancia unos de otros que están dispuestos alineados entre sí. Bajo el

concepto de antena lineal se subsume las antenas laterales anteriormente mencionadas y antenas remolcadas.

En la Figura 3 está representada de forma esquemática una antena lineal 10 concebida como antena lateral con una multitud de transductores 11 electroacústicos colocados en fila unos al lado de otros. Generalmente los transductores 11 electroacústicos están dispuestos sobre un soporte de antena 12 a una distancia  $d$  constante entre sí. En el caso de una antena lateral normalmente cada uno de los transductores 11, también llamados stave, dispuestos en un plano horizontal unos al lado de otros comprende varios elementos de transductores dispuestos en un plano vertical, tal como no se representa más en detalle en este caso. El número de los elementos de transductores verticales, colocados de forma preferente equidistantes unos debajo de otros es notablemente menor que el número de los transductores 11 afilados unos al lado de otros de forma horizontal para generación de direcciones. Las señales de salida de los elementos de transductores dispuestos de forma vertical uno debajo de otro se suman y se normalizan y forman las señales de recepción de los transductores 11 o staves, denominados a continuación señales de recepción. En el caso de las denominadas antenas remolcadas faltan los elementos de transductores dispuestos de forma vertical uno debajo de otro, de manera que aquí las señales de salida de los transductores 11 representan directamente las señales de recepción. El dispositivo de marcación 17 conectado a las salidas de los transductores 11 o bien staves comprende un generador de direcciones 18, también denominado generador de beam, un metro de nivel de recepción 19 y un detector de máximo de nivel 20. Para la marcación de objetivo en el dispositivo de marcación 17 mediante un tratamiento de señal correspondiente con la señales de recepción de los transductores electroacústicos 11 o staves se genera un abanico 13 de funciones de dirección o diagramas polares 14, también denominado abanico de beam, en donde cada diagrama polar 14 (también denominado beam) presenta un pequeño ángulo de apertura horizontal y un ángulo de apertura vertical relativamente grande que depende del número de los elementos de transductor dispuestos de forma vertical uno debajo de otro de cada transductor 11. Los ejes 15 de los diagramas polares 14 o del beams representan la dirección principal del diagrama polar en la que existe la máxima sensibilidad de recepción. Estas se establecen y se generan de forma electrónica mediante un ángulo de giro horizontal o ángulo de marcación  $\beta$  frente a la dirección de referencia común.

Para la generación del diagrama polar 14 en el generador de direcciones 18 se retardan temporalmente y respecto a la fase las señales de recepción de los transductores 11 o bien staves, y concretamente de tal manera que sean cofásicas para una dirección determinada de recepción o de marcación  $\beta_j$ . Los tiempos de retardo  $\tau_{ij}$  calculados según

$$\tau_{ij} = i \cdot d \cdot \sin \beta_j / c_{\text{einstell}} \quad (1)$$

para ello están grabados en el generador de direcciones 18 para todas las direcciones de recepción  $j$  ( $j=1..m$ ) y para todos los transductores 11 o staves  $i$  ( $i=0..n$ ).  $d$  es la distancia horizontal entre transductores sobre el portador de antena 12 y  $c_{\text{einstell}}$  el valor de velocidad del sonido en el agua introducido en el generador de direcciones 18. Como valor estándar para  $c_{\text{einstell}}$  se elige el valor  $c_{\text{mess}}$  de la velocidad de sonido en el lugar de la antena medido antes del comienzo del proceso de marcación. Las señales de recepción cofásicas recibidas en este caso en cada dirección de recepción se suman para formar denominadas señales de grupo. En el metro de nivel de recepción 19 se miden los niveles de las señales de grupo y se graban asociándolas con las direcciones de recepción  $j$  o con los ángulos de marcación  $\beta_j$ . Un detector de nivel máximo 20 determina el máximo del nivel y emite el ángulo de marcación que corresponde a la señal de grupo con el máximo de nivel como marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  con  $k=1, 2 \dots K$ . Esta señal de grupo con nivel máximo representa el diagrama polar 14 en la que existe un máximo de recepción de sonido.

Para reducir de forma esencial los errores de marcación del dispositivo de marcación 17 descritos al principio que son considerables especialmente para ángulos de marcación  $\beta$  grandes en el bloque 21 se genera mediante una modelo de propagación de sonido el recorrido de rayas de sonido para una dirección de propagación de sonido que está predeterminada por una marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  recibido. Se conocen múltiples modelos de propagación de sonido de este tipo. Una lista se encuentra en esta fuente: Heinz G. Urban "Handbuch der Wasserschalltechnik" STN ATLAS Elektronik GmbH, 2000, páginas 305 y 306.

En la Figura 4 se representa de forma esquemática a modo de ejemplo el recorrido calculado de los rayos de sonido dentro de un ángulo de apertura vertical de la antena lineal 10 de aproximadamente  $75^\circ$  para una dirección de propagación de sonido que está predeterminada por una supuesta marcación de objetivo  $b_{z1}=45^\circ$  a modo de ejemplo. Sobre la ordenada se pone intervalos de profundidad y sobre la abscisa intervalos de distancia. El área sombreado representa el fondo del mar. A partir de esta recorrido de rayos de sonido se determina para una distancia hacia el objetivo estimada y una profundidad hacia el objetivo estimada el ángulo de entrada de sonido y vertical en el lugar de la antena.

En la representación en la Figura 4 el lugar de la antena se encuentra en la proximidad del origen del sistema de coordenadas. La distancia hacia el objetivo o bien se conoce o bien se estima con otros sensores o procedimientos. Por ejemplo, la distancia hacia el objetivo se puede deducir de un procedimiento para la determinación pasiva de datos de objetivo que se realiza en paralelo con el fin de soporte de datos, tal como se describe por ejemplo en el documento DE 101 29 726 A1. Sin embargo, se puede precisar también a partir de marcaciones de objetivo anteriores. En el diagrama de la Figura 4 se asume que la distancia hacia la marcación de objetivo del objetivo

indicado con Z es 47kyd. Asimismo, se estima la profundidad del objetivo, en este caso, por ejemplo, de 10m.

5 En el diagrama de rayos de sonido se determina aquel rayo de sonido que sale del objetivo Z que tiene la mínima amortiguación. En el ejemplo de la Figura 4 entre otras cosas expanden dos rayos de sonido desde el objetivo ubicado en una profundidad de 10m que llegan al lugar de antena con un ángulo de entrada de sonido vertical de 3,75° y 22,5°. La amortiguación grande de la propagación de sonido se realiza mediante reflexiones en la superficie del agua y en el fondo del mar. Mientras que el rayo de sonido que sale del objetivo Z que llega a la antena con un ángulo de entrada vertical de 3,75° está expuesto a una multitud de reflexiones en la superficie del agua, por ejemplo el rayo de sonido que sale del objetivo Z y que llega a la antena con un ángulo de entrada vertical de 22,5° debido a la ausencia que reflexión de fondo y de superficie solamente está amortiguado por pérdidas de propagación en el agua y por lo tanto está amortiguado esencialmente menos. Como ángulo de entrada vertical por lo tanto se determina este ángulo de entrada  $\gamma_k$  de 22,5° como ángulo de entrada de sonido  $\gamma_1$  vertical pertinente a la marcación de objetivo  $\beta_{z1}$ .

10 Para el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical en el lugar de la antena, obtenido mediante un modelo de propagación de sonido a partir del bloque 21 en el bloque de corrección 22 se calcula un factor de corrección como valor inverso del coseno de ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical. Con este factor de corrección se corrige el valor de medición de la velocidad de sonido  $c_{mess}$  utilizado al principio de la marcación para la generación de diagramas polares 14 o bien de las señales de grupo. Para ello se multiplica la velocidad de sonido  $c_{mess}$  en el elemento de corrección 23 de velocidad de sonido con el factor de corrección, según

$$c_{einstell} = c_{mess} \cdot 1 / \cos \gamma_k \quad \text{con } k = 1, 2, \dots k$$

20 Este valor nuevo de la velocidad de sonido ahora se introduce en el generador de direcciones 18. Con los tiempos de retardo  $\tau_{ij}$  del juego de tiempos de retardo almacenado variados por ello ahora se realiza nuevamente una marcación en el modo descrito anteriormente y se obtiene una marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada que en el ejemplo anterior de un primer marcación de objetivo  $\beta_{z1} = 45^\circ$  ahora lleva a una marcación de objetivo mejorada de  $\beta_{z2} = 41,3^\circ$ .

25 En el caso de profundidades de agua elevadas el perfil del fondo no varía en una zona mayor alrededor de la dirección de marcación, de manera que la recorrido de rayos de sonido calculado mediante el modelo de propagación de sonido en el bloque 21, tal como está representado en la Figura 4, se mantiene su validez y también para la marcación de objetivo  $\beta_{z2}$  mejorada y por lo tanto genera el mismo ángulo de entrada de sonido vertical de, por ejemplo,  $\gamma_2 = 22,5^\circ$ . Con ello se puede finalizar el proceso de marcación y la marcación de objetivo  $\beta_{z2}$  mejorada determinado por el dispositivo de marcación 17 se visualiza y se indica como marcación del objetivo  $\beta_z$ .

30 En zonas de aguas poco profundas con poca profundidad del agua el perfil de fondo varía en diferentes direcciones de propagación de sonido, de manera que para una nuevo marcación de objetivo en el modelo de propagación de sonido se calcula otro recorrido de rayo de sonido y de esto resulta un ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical diferente. Para la marcación de objetivo mejorada obtenido de  $\beta_{z2} = 41,3^\circ$  en el ejemplo el recorrido de rayo de sonido nuevamente calculado con el modelo de propagación de sonido en el bloque 21 para la misma distancia del objetivo y para la misma profundidad del objetivo resultará en otro ángulo de entrada de sonido  $\gamma_2$  vertical. Por lo tanto la marcación de objetivo mejorada  $\beta_{z2}$  de  $41,3^\circ$  en el ejemplo aún contiene un error de marcación aunque reducido. Para eliminar también a este la marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada (en el ejemplo  $\beta_{z2} = 41,3^\circ$ ) se somete al mismo procedimiento como la marcación de objetivo  $\beta_{z(k-1)}$  obtenido en primer lugar (en el ejemplo  $\beta_{z1} = 45^\circ$ ). En el bloque 21 se calcula nuevamente el recorrido de rayo de sonido para el objetivo Z asumido en la misma distancia y en la misma profundidad mediante el modelo de propagación de sonido para la marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada (en el ejemplo  $\beta_{z2} = 41,3^\circ$ ). De este recorrido de rayo de sonido se determina ahora un nuevo ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical de por ejemplo  $\gamma_3 = 33,75^\circ$  y en el bloque de corrección 22 se calcula un nuevo factor de corrección mediante el cálculo del valor inverso de coseno de este nuevo ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical. Con el nuevo ángulo de entrada de sonido, en el ejemplo  $\gamma_3 = 33,75^\circ$  se calcula de nuevamente el nuevo valor de la velocidad de sonido  $c_{einstell}$  a introducir en el generador de direcciones 18 en el elemento de corrección 23 de la velocidad de sonido según la fórmula (2). Con el juego de tiempos de retardo modificado en el generador de direcciones 18 debido a la nueva  $c_{einstell}$  se sondea de nuevo el objetivo y resulta una nueva marcación mejorada, por ejemplo,  $\beta_{z3} = 37,84^\circ$ . Este proceso descrito se repite hasta que el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  determinado a partir del modelo de propagación de sonido obtenido con la última marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada y a no varía dentro de límites predeterminados. Si esto es el caso, entonces la marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada nuevamente y determinado por último por el dispositivo de marcación 17 se visualiza como marcación del objetivo  $\beta_z$  y se visualiza. Si en el ejemplo indicado por último el ángulo de entrada de sonido vertical  $\gamma_3 = 33,75^\circ$  ya no varía, entonces la marcación del objetivo sería  $\beta_z = 37,84^\circ$ .

55 La igualdad de los ángulos de entrada de sonido verticales  $\gamma_{k-1}$  y  $\gamma_k$  determinados en dos pasos k seguidos con el modelo de propagación de sonido en el bloque 21 se puede determinar de modo sencillo de tal manera que se forma la diferencia el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  vertical obtenido por último con la marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada nuevamente y el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_{k-1}$  vertical obtenido anteriormente con el marcación de objetivo  $\beta_{z(k-1)}$  mejorada. Si esta diferencia ( $\gamma_k - \gamma_{k-1}$ ) es menor que un valor fijado S, entonces se ha alcanzado la igualdad y la

5 marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  mejorada, obtenido por último se emite como marcación del objetivo  $\beta_z$ . Para ello, por ejemplo, se aplica el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_{k-1}$  vertical obtenido anteriormente a través de una memoria o un registro móvil 23 y el ángulo de entrada de sonido  $\gamma_k$  obtenido posteriormente directamente en el generador de diferencia 24 y la diferencia se compara en un comparador 25 con el valor fijado S. Si se queda por debajo de este valor fijado S, entonces se abre una puerta 26 puesto a continuación de dispositivo de marcación 17, de manera que la marcación de objetivo  $\beta_{zk}$  nuevamente mejorada, obtenido por último llega a la visualización 27 y allí se visualiza como marcación del objetivo  $\beta_z$ .

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para marcar un objetivo que emite sonido mediante una antena submarina alongada que presenta varios transductores electroacústicos (11) en el que a partir de las señales de recepción de los transductores se determina una marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) horizontal de forma selectiva en cuanto a la dirección incluyendo un valor ( $C_{mess}$ ) fijado de la velocidad de sonido en el agua medido especialmente en el lugar de la antena, caracterizado por los siguiente paso del procedimiento:
- con un modelo de propagación de sonido se calcula un recorrido de rayos de sonido en una dirección de propagación de sonido que coincide con una marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) determinada,
  - 10 – a partir de recorrido de rayos de sonido se determina un ángulo de entrada de sonido ( $\gamma_k$ ) en el lugar de antena para una distancia hacia el objetivo estimada y una profundidad hacia el objetivo estimada,
  - a partir del ángulo de entrada de sonido ( $\gamma_k$ ) se deduce un factor de corrección,
  - el valor ( $C_{mess}$ ) de la velocidad de sonido fijado se corrige mediante multiplicación con un factor de corrección y
  - con el valor corregido de la velocidad de sonido ( $C_{einstell}$ ) ahora se determina nuevamente un marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) mejorada.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque con el marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) mejorada se repiten los pasos de procedimiento de forma iterativa hasta que el ángulo de entrada de sonido ( $\gamma_k$ ) vertical determinado en cada caso con la marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) mejorada ya no cambia y solamente cambia poco, y porque la marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) obtenido por último se emite como marcación ( $\beta_z$ ) hacia el objetivo.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque como factor de corrección se calcula el valor inverso del coseno de ángulo de entrada de sonido vertical.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la distancia hacia el objetivo estimada y la profundidad de objetivo estimada se determinan de marcaciones de objetivo anteriores o se determinan con otros sensores y/o procedimientos de determinación de datos del objetivo.
- 25 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque con el modelo de propagación de sonido se calculan todos los rayos de sonido que entran en un sector de recepción vertical de la antena submarina (10) y para los rayos de sonido se visualizan los ángulos de entrada verticales resultantes y amortiguaciones para cada intervalo de distancia y de profundidad, y porque para la determinación de ángulo de entrada de sonido ( $\gamma_k$ ) vertical se determina el ángulo de entrada de aquel rayo de sonido que experimenta la menor amortiguación partiendo del objetivo en la distancia y la profundidad estimada.
- 30 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque para la determinación de la marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ) de las señales de recepción de los transductores (11) se forma un abanico de diagramas polares (14) que presentan un ángulo de apertura horizontal y un ángulo de apertura vertical y una dirección principal (15) de la máxima sensibilidad de recepción girada con respecto a una línea de referencia (16) común y el ángulo de giro de la dirección principal (15) de aquel diagrama polar (14) en la que aparece un máximo
- 35 de recepción de sonido se visualiza como marcación de objetivo ( $\beta_{zk}$ ).

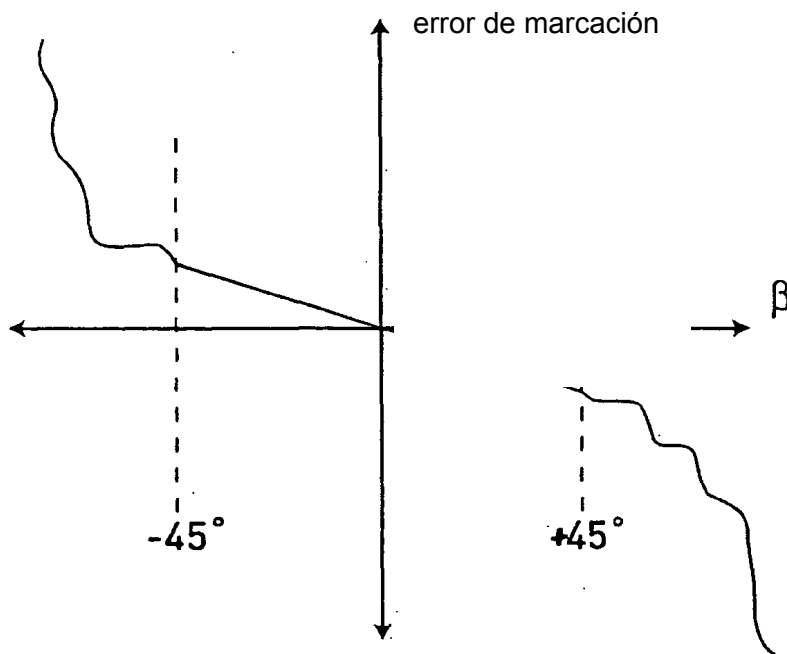
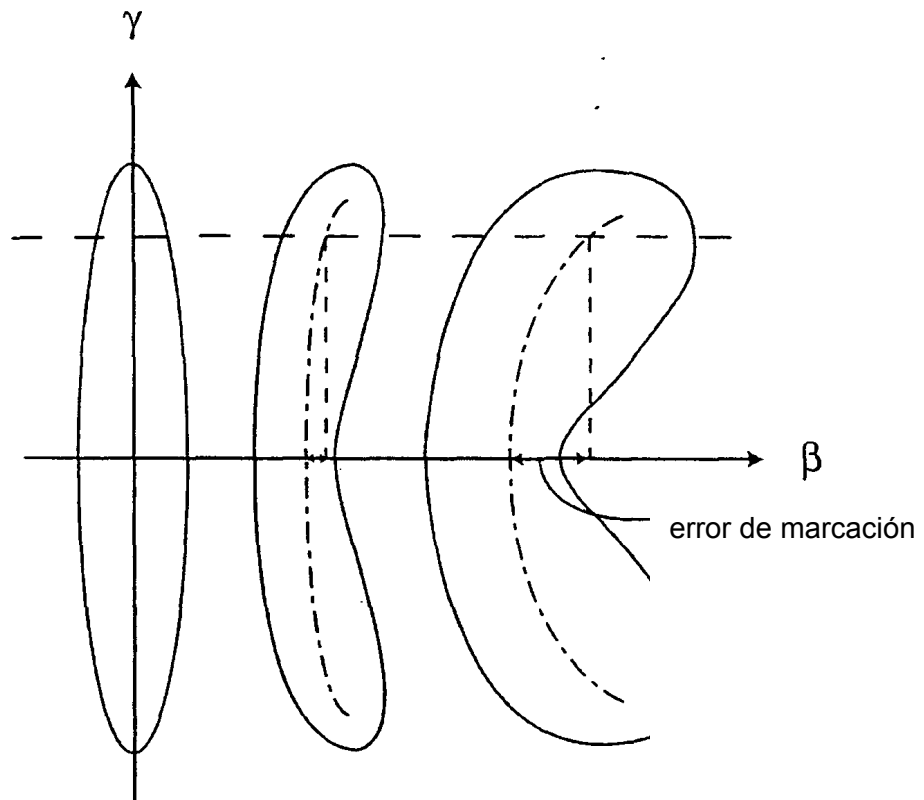


Fig. 2



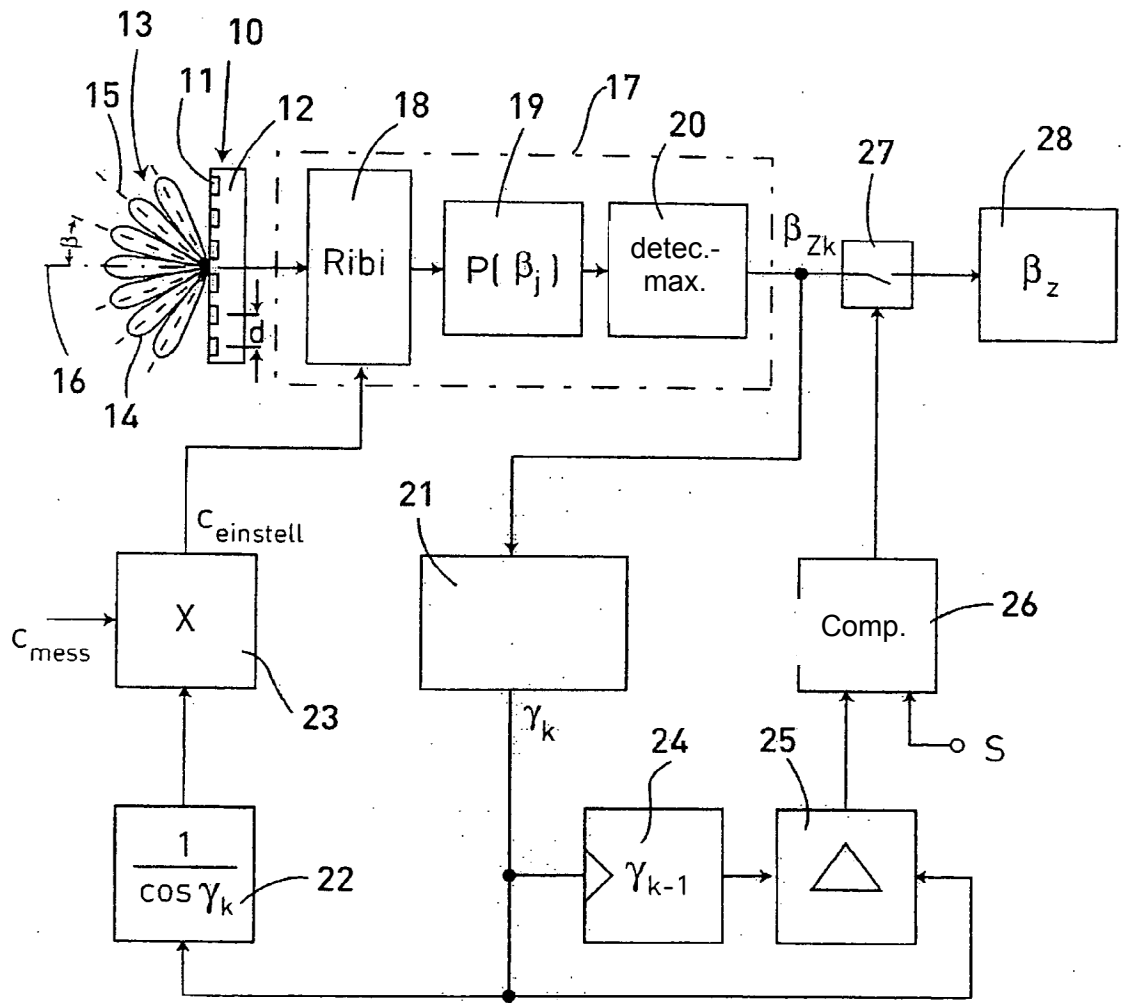


Fig. 3

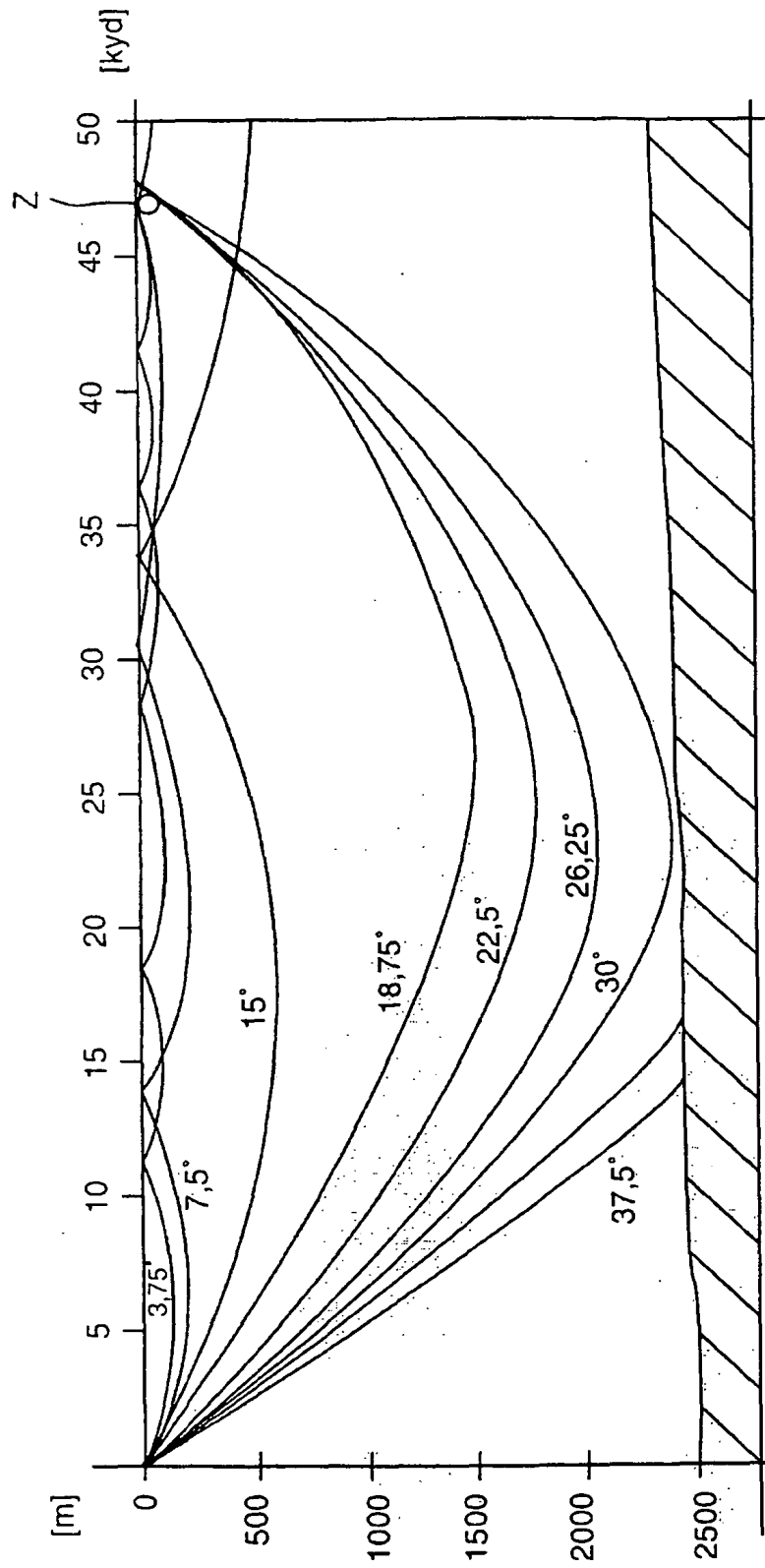


Fig. 4