

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 458 890**

51 Int. Cl.:

**G01S 3/808** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2010** **E 10712310 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014** **EP 2539738**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para detectar cambios de rumbo y/o cambios de velocidad de un objetivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2014**

73 Titular/es:

**ATLAS ELEKTRONIK GMBH (100.0%)**  
**Sebaldsbrücker Heerstrasse 235**  
**28309 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**STEINER, HANS-JOACHIM y**  
**STEIMEL, ULRICH**

**ES 2 458 890 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 y dispositivo para detectar cambios de rumbo y/o cambios de velocidad de un objetivo

5 La invención se refiere a un procedimiento así como a un dispositivo para detectar cambios de rumbo y/o cambios de velocidad de un objetivo según el preámbulo de la reivindicación 1 y 9, respectivamente.

10 En la técnica de los sónares para la determinación pasiva de datos de objetivo de un vehículo portador, por ejemplo un barco de superficie o un submarino, se utilizan habitualmente sensores de diferentes tipos para la recepción de manera selectiva con respecto a la dirección de ondas sonoras. A este respecto, por sensor se entiende una antena receptora hidroacústica, también denominada antena submarina, como por ejemplo una base de cilindro, una antena lateral o una antena colgante.

15 Para desde el vehículo portador determinar la posición, la velocidad y el rumbo de un objetivo, por ejemplo de un barco de superficie, de un submarino o un cuerpo propulsado submarino, como denominados datos de objetivo sin desvelar los propios, en un procedimiento conocido como procedimiento TMA (procedimiento de análisis de movimiento de objetivo, *Target Motion Analyses*) para la determinación pasiva de datos de objetivo por medio de una instalación receptora de sónar se recibe el sonido radiado por el objetivo, es decir reflejado o generado obligatoriamente por el objetivo (por ejemplo por la máquina marina o bombas, etc.), o emitido y se mide un ángulo de marcación con respecto al objetivo. A partir de ángulos de marcación medidos, consecutivos en el tiempo así como posiciones propias del vehículo portador correspondientes a estos ángulos de marcación se estiman los datos de objetivo del objetivo. Para ello se usa por ejemplo un procedimiento, que de manera iterativa determina una banda objetivo, para la que la suma de desviaciones cuadráticas ponderadas entre los ángulos de marcación medidos y los estimados correspondientes a esta banda objetivo es mínima. Un procedimiento de este tipo se describe por ejemplo en el documento DE 34 46 658 C2 o en INCE L ET AL: "An evolutionary computing approach for the target motion analysis (TMA) problem for underwater tracks", EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS, OXFORD, GB LNKD-DOI: 10.1016/J.ESWA.2008.02.046, tomo 36, n.º 2, 1 de marzo de 2009, páginas 3866-3879.

20 Por el documento DE 103 52 738 A1 se conoce un procedimiento para acortar el tiempo de iteración. Para ello se preestablecen valores límite para la distancia y/o el rumbo y/o la velocidad del objetivo. Especificaciones aproximadas acortan ya el tiempo de cálculo y posibilitan que se descarten estimaciones de posiciones de objetivo, que sería imposible registrar con la instalación receptora de sónar.

30 En los procedimientos conocidos para determinar datos de objetivo se recurre en cada caso a ángulos de marcación de un intervalo de tiempo predeterminado anterior para una estimación de datos de objetivo actual. Es decir, se tiene en cuenta la evolución de la marcación de objetivo a lo largo de un intervalo de tiempo predefinido largo y se usa esta evolución para la estimación de datos de objetivo actual. Por tanto, para la determinación de un nuevo conjunto de datos de objetivo se recurre a los ángulos de marcación medidos del periodo de tiempo anterior y se someten a un filtrado. Por tanto, la estimación de datos de objetivo es bastante lenta y eventualmente tras una maniobra del objetivo, es decir un cambio de rumbo y/o de velocidad, no vuelve a proporcionar resultados acertados hasta después de un tiempo que corresponde a la duración del filtrado. Por consiguiente la maniobra del objetivo debe haber sucedido tan atrás en el tiempo, que ya no entre en el periodo de tiempo considerado por la duración del filtrado.

40 La estimación de datos de objetivo proporciona de manera fiable buenos datos de objetivo cuando el objetivo se mueve de manera uniforme en relación con el vehículo portador. Sin embargo, en cuanto el objetivo cambia su rumbo y/o su velocidad, los datos de objetivo estimados empeoran de manera significativa y no vuelven a converger hasta que el objetivo sigue desplazándose mucho tiempo sin aceleración con un rumbo constante.

45 Convencionalmente, una maniobra del objetivo se detecta porque una estimación de datos de objetivo buena, ya convergente, de un procedimiento TMA empeora de nuevo. Sin embargo, esto sólo es posible cuando ya existe una solución de TMA convergente. Si una maniobra del objetivo tiene lugar, por ejemplo, poco después del inicio del seguimiento, el TMA aún no ha calculado ninguna solución convergente y por consiguiente no puede detectarse la maniobra del objetivo.

50 Los ángulos de marcación de un objetivo medidos por medio de la instalación receptora de sónar representan, considerados a lo largo de un periodo de tiempo, una evolución de la marcación de este objetivo detectado. El documento DE 10 2007 019 445 A1 muestra por ejemplo un procedimiento para generar seguimientos de marcación que indican el objetivo para varios objetivos que radian sonido, que se marcan en una zona marítima. Para el caso de que no exista una recepción continua de la instalación receptora de sónar, el documento WO 99/17134 muestra un procedimiento para vincular un seguimiento de marcación fijado tras una pausa con un grupo de seguimientos de marcación fijados antes de la pausa, comparándose el primer seguimiento de marcación con cada seguimiento de marcación del grupo y realizándose para cada comparación cálculos con respecto al movimiento entre dos posiciones. Si se representa gráficamente la evolución de la marcación, por ejemplo en una representación en cascada poniendo en un primer eje los ángulos de marcación medidos y en un segundo eje el tiempo, una maniobra del objetivo genera en la evolución de la marcación un recodo pronunciado de manera diferente. Para un observador

5 del modelo en cascada, en particular un usuario, existe la posibilidad de detectar visualmente una maniobra del objetivo e indicar un momento correspondiente de la maniobra del objetivo. Sin embargo, el requisito previo para ello es un recodo claramente pronunciado en la evolución de la marcación. La desventaja de una detección visual de una maniobra del objetivo por parte del usuario radica en que posiblemente no se detecte un recodo pronunciado de una manera menos clara en la evolución de la marcación.

10 Por tanto, la invención se basa en el objetivo de detectar automáticamente en todo momento maniobras del objetivo, es decir un cambio de rumbo y/o un cambio de velocidad de un objetivo, e indicar un momento correspondiente a esta maniobra del objetivo.

15 La invención soluciona el problema mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 así como un dispositivo con las características de la reivindicación 9.

20 Por medio de una disposición de captadores de sonido submarino, tales como transductores electroacústicos u optoacústicos de una instalación receptora de sónar, se miden ángulos de marcación para un objetivo, mediante los cuales se determinan dos evoluciones de marcación. Para ello se registran los ángulos de marcación con respecto al objetivo a lo largo del tiempo.

25 Según la invención se fija un periodo de tiempo de procesamiento. Éste consiste al menos en la suma de un número  $i$  y de un número  $k$  de ángulos de marcación determinados en último lugar. Puede estar previsto incluir entre el número  $i$  y el número  $k$  un número  $h$  predefinido adicional de ángulos de marcación determinados, que sin embargo no se tienen en cuenta en el cálculo de las evoluciones de marcación.

30 En primer lugar, a partir de los  $i+k$  ángulos de marcación determinados en último lugar se determinan dos evoluciones de marcación, calculándose la 1ª evolución de la marcación a partir de los  $k$  ángulos de marcación más actuales y la segunda evolución de la marcación a partir de los  $i$  ángulos de marcación antiguos, que se determinaron antes de los  $k$ .

35 Basándose en estas dos evoluciones de marcación en un momento actual en cada caso puede calcularse un ángulo de marcación esperado de ambas evoluciones de marcación. La invención ha reconocido que en el caso de una maniobra del objetivo, es decir de un cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo, los ángulos de marcación esperados de ambas evoluciones de marcación difieren entre sí.

40 A continuación, a partir del ángulo de marcación esperado de la primera y del ángulo de marcación esperado de la segunda evolución de la marcación se calcula una diferencia de ángulos de marcación en el momento actual. En caso de un movimiento uniforme del objetivo, las dos evoluciones de marcación calculadas están muy cerca la una de la otra. Es decir, la diferencia de ángulos de marcación de ambos ángulos de marcación esperados en el momento actual es reducida.

45 Sin embargo, en cuanto el objetivo cambia su rumbo y/o su velocidad, es decir realiza una maniobra, ambas evoluciones de marcación difieren entre sí. Se produce en el momento actual una diferencia de ángulos de marcación significativa.

50 En una etapa siguiente del procedimiento según la invención, la diferencia de ángulos de marcación se compara con al menos un valor umbral. Los valores umbral o bien ya están predefinidos o bien se fijan en el transcurso del procedimiento. Al alcanzar y/o al superar la diferencia de ángulos de marcación uno de los valores umbral, se determina un punto de intersección de ambas evoluciones de marcación. El momento correspondiente a este punto de intersección se denomina momento de maniobra del objetivo. Además se genera una señal de información sobre la detección de la maniobra del objetivo y se proporciona junto con el momento de maniobra del objetivo.

55 El procedimiento según la invención tiene la ventaja de detectar automáticamente una maniobra del objetivo en todo momento y de poner a disposición para un procesamiento de TMA eventualmente posterior el momento de maniobra del objetivo, de modo que éste puede comenzar con proximidad temporal con el cálculo de un nuevo tramo del objetivo. A este respecto, un "tramo del objetivo" designa una ruta a lo largo de la que el objetivo se mueve con rumbo constante y velocidad constante.

60 En una forma de realización preferida de la invención, los ángulos de marcación medidos a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado de un sensor se someten a un filtrado previo para suavizar la evolución de la marcación. Este periodo de tiempo corresponde preferiblemente a la duración de una ejecución del procedimiento de TMA. Los ángulos de marcación medidos contenidos en este periodo de tiempo se promedian, no teniéndose en cuenta valores extraños de marcación detectados. Por consiguiente, para el procesamiento adicional están disponibles ventajosamente no los ángulos de marcación individuales con ruido sino ángulos de marcación suavizados filtrados previamente. La ventaja de este filtrado previo radica además en la posibilidad de estimar para cada ángulo de marcación filtrado previamente un ruido de marcación así como de determinar una velocidad de deriva de marcación. A este respecto, el ruido de marcación indica la fluctuación de los ángulos de marcación con respecto a su valor medio y la velocidad de deriva de marcación la dinámica de la marcación.

En una forma de realización adicional de la invención, se recurre al ruido de marcación para la determinación del periodo de tiempo de procesamiento. El periodo de tiempo de procesamiento se extiende a lo largo de los ángulos de marcación filtrados previamente usados para detectar una maniobra del objetivo. Es decir, el número k de ángulos de marcación filtrados previamente y el número i de ángulos de marcación filtrados previamente y un número h de ángulos de marcación filtrados previamente eventualmente existentes se fijan en función del ruido de marcación estimado. Esto tiene la ventaja de poder adaptar de manera óptima la longitud de las evoluciones de marcación que van a calcularse a la calidad de los valores de medición, para mantener el esfuerzo de cálculo reducido.

En una forma de realización adicional de la invención, se fijan un primer y un segundo valor umbral teniendo en cuenta la velocidad de deriva de marcación para indicar la fiabilidad del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo detectados. Un primer valor umbral determinado en función de la velocidad de deriva de marcación indica por ejemplo la detección de una maniobra del objetivo segura y un posible valor umbral adicional, que es menor que el primer valor umbral, indica por ejemplo la detección de una posible maniobra del objetivo. De este modo puede indicarse en qué medida es segura la detección de la maniobra del objetivo.

En una forma de realización adicional de la invención, se realiza una aproximación lineal a lo largo del periodo de tiempo de procesamiento de las evoluciones de marcación determinadas para la aplicación del procedimiento. Es decir, se realiza una aproximación lineal, preferiblemente por medio del método de los mínimos cuadrados, en cada caso para la primera evolución de la marcación y la segunda evolución de la marcación. Esto simplifica ventajosamente la determinación de los ángulos de marcación esperados y de la diferencia de ángulos de marcación correspondiente en el momento actual así como la determinación del punto de intersección correspondiente de ambas evoluciones de marcación.

En una forma de realización adicional de la invención, se indica óptica y/o acústicamente a un usuario la señal de información sobre la detección del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo y/o se pone a disposición como señal de datos para un procesamiento adicional, en particular para un procedimiento TMA. Esto tiene la ventaja de que en caso de detectar una posible maniobra del objetivo con una fiabilidad reducida se indica al usuario la existencia de una posible maniobra del objetivo, dejándose sin embargo la decisión sobre el modo de proceder posterior al propio usuario. En el caso de una falsa alarma, es decir que no exista una maniobra del objetivo, se le ofrece al usuario la posibilidad de iniciar de nuevo el procedimiento. En el caso de una maniobra del objetivo detectada correctamente, se le ofrece al usuario la posibilidad de validar la maniobra del objetivo detectada o introducir él mismo un tiempo de maniobra del objetivo, para que, por ejemplo, pueda iniciarse el procedimiento TMA con el cálculo de un nuevo tramo del objetivo.

En una forma de realización adicional de la invención, se emite un valor correspondiente a la diferencia de ángulos de marcación, representando este valor una medida de la probabilidad de un posible cambio de rumbo y/o cambio de velocidad. El valor de la diferencia de ángulos de marcación indica en qué medida la diferencia de ángulos de marcación se encuentra por debajo de un valor umbral que va a compararse. Si un usuario conoce los valores umbral con los que se compara la diferencia de ángulos de marcación, entonces el usuario además de la información de una posible maniobra del objetivo obtiene ventajosamente también una medida de la probabilidad de una maniobra del objetivo. Esto ayuda ventajosamente al usuario en el caso de una elección manual.

En una forma de realización adicional de la invención, la detección de una maniobra del objetivo, o la señal de información correspondiente, se inhibe durante la duración de una maniobra propia y/o tras la detección de una maniobra del objetivo durante un periodo de tiempo predeterminado.

Los recodos en la evolución de la marcación de un objetivo de este tipo que van a detectarse se generan tanto mediante maniobras propias como mediante maniobras del objetivo. Dado que no puede detectarse si un recodo detectado en la evolución de la marcación resulta de la maniobra propia realizada o de una maniobra del objetivo, se inhibe la detección de una maniobra del objetivo o la señal de información correspondiente. Preferiblemente, el procedimiento según la invención no se aplica de nuevo hasta después de la maniobra propia y tras al menos una duración de tiempo correspondiente al periodo de tiempo de procesamiento.

Si se ha detectado una maniobra del objetivo, se inhibe una detección adicional de una maniobra del objetivo igualmente durante un periodo de tiempo predeterminado. A este respecto, la duración del periodo de tiempo depende preferiblemente del valor umbral al que se recurrió para la detección de la maniobra del objetivo. La detección de una maniobra del objetivo, o la señal de información correspondiente, se inhibe por ejemplo hasta que la diferencia de ángulos de marcación actual ha pasado a ser significativamente menor que el valor umbral. Esto tiene la ventaja de que en ejecuciones consecutivas del procedimiento no se detecta una maniobra del objetivo múltiples veces.

El dispositivo para realizar el procedimiento según la invención contiene una unidad de desactivación para inhibir la emisión. Ésta sirve para inhibir una unidad de emisión durante la duración de una maniobra propia y/o durante un periodo de tiempo de procesamiento predeterminado tras la detección de una maniobra del objetivo.

5 En una forma de realización adicional de la invención, los valores umbral se fijan basándose en el procedimiento en el documento DE 103 52 738 A1 teniendo en cuenta límites preestablecidos, las denominadas limitaciones. Si se tienen en cuenta por ejemplo cambios en el transcurso de rutas de navegación, entonces es muy probable una maniobra del objetivo dentro de la ruta de navegación.

10 En una forma de realización adicional de la invención, aguas abajo de cada sensor del vehículo portador está conectado en cada caso un dispositivo según la invención de este tipo. Si varios sensores detectan la marcación para un objetivo, se da por sentado una maniobra del objetivo, en cuanto al menos uno de estos dispositivos conectados aguas abajo de los sensores haya detectado una maniobra del objetivo.

Formas de realización ventajosas adicionales resultan de las reivindicaciones dependientes así como de los ejemplos de realización explicados más detalladamente mediante el dibujo adjunto. En el dibujo muestran:

15 la figura 1, una representación en cascada de varias evoluciones de marcación,

la figura 2, una representación esquemática para explicar un filtrado previo de ángulos de marcación medidos,

20 la figura 3, un diagrama de flujo para ilustrar el procedimiento según un ejemplo de realización,

la figura 4, una representación gráfica de dos evoluciones de marcación a lo largo de un periodo de tiempo de procesamiento y

25 la figura 5, un diagrama de bloques para describir el dispositivo según la invención mediante un ejemplo de realización.

30 En el ejemplo de realización de la invención descrito a continuación se determina un momento correspondiente a un cambio de rumbo o cambio de velocidad, que se pone a disposición para un procedimiento TMA posterior. Por consiguiente, el procedimiento TMA, en el que a partir de marcaciones determinadas de manera pasiva se estiman datos cinemáticos, tales como distancia, rumbo, velocidad, del objetivo como datos de objetivo, puede iniciarse con proximidad temporal con el cálculo de un nuevo tramo del objetivo.

35 La figura 1 muestra una instantánea de una representación en cascada de tres evoluciones 10 de marcación, que se asignan a tres objetivos diferentes. A este respecto, en el eje 12 horizontal están puestos los ángulos de marcación en grados y en el eje 14 vertical el tiempo transcurrido en minutos. Las evoluciones 10 de marcación representadas presentan por secciones una evolución en forma de arco de tangente. Sin embargo, puede realizarse una aproximación de las mismas mediante secciones lineales.

40 Además, en la figura 1 se representa un rumbo 16 propio de un vehículo portador, en particular un submarino. Durante la marcha del vehículo portador en el rumbo 16 propio se recibe de manera continua sonido de manera selectiva con respecto a la dirección para cada objetivo detectado por medio de al menos un sensor y se mide un ángulo de marcación con respecto al objetivo. A este respecto se trata de sonido propio, generado por el objetivo, en particular por motores de propulsión u otras fuentes de ruido y/o sonido emitido directamente por el objetivo.

45 Tanto las maniobras propias como las maniobras del objetivo generan en la evolución 10 de la marcación de un objetivo un recodo 18, 20 pronunciado de manera diferente. Para la detección automática de los recodos 20 de este tipo, que se generan por una maniobra del objetivo, según un ejemplo de realización del procedimiento según la invención los ángulos de marcación medidos se someten a un filtrado previo.

50 La figura 2 muestra una explicación esquemática de este filtrado previo. Se representan un gran número de ángulos 22 de marcación medidos. Éstos se promedian para su suavizado a lo largo de un periodo 24 de tiempo predeterminado. Preferiblemente, este periodo 24 de tiempo corresponde a la duración de una ejecución de TMA. Por consiguiente, por cada ejecución de TMA está disponible una marcación 26 filtrada previamente correspondiente al valor medio. Además, se estiman un ruido de marcación  $\sigma$  y una velocidad de deriva de marcación BP por cada periodo 24 de tiempo predeterminado, no teniéndose en cuenta los denominados valores extraños de marcación en el promediado. Los resultados del filtrado previo, tal como por ejemplo la marcación 26 filtrada previamente, el ruido de marcación  $\sigma$  y la velocidad de deriva de marcación BP se ponen a disposición del procedimiento según la invención para detectar una maniobra del objetivo.

60 La figura 3 muestra un diagrama de flujo para ilustrar el procedimiento según la invención según un ejemplo de realización.

65 En primer lugar, se miden 30 por medio de un sensor de una instalación receptora de sónar ángulos de marcación para un objetivo. Los ángulos 22 de marcación medidos, tal como se explica más detalladamente mediante la figura 2, se filtran previamente 32 para su suavizado. Por consiguiente, para el procesamiento adicional del procedimiento están disponibles una marcación 26 filtrada previamente, un ruido de marcación  $\sigma$  y una velocidad de deriva de

marcación BP.

A continuación, se fija 34 un periodo de tiempo de procesamiento, que comprende los ángulos 26 de marcación filtrados previamente necesarios para la detección de una maniobra del objetivo. Teniendo en cuenta el ruido de marcación  $\sigma$  se fija un número  $k$  de ángulos 26 de marcación filtrados previamente en último lugar así como un número  $i$  de ángulos 26 de marcación anteriores, filtrados previamente antes de los  $k$ , que forman en total el periodo de tiempo de procesamiento a lo largo del cual se calculan 36 las evoluciones de marcación correspondientes a los ángulos 26 de marcación filtrados previamente.

La figura 4 muestra una representación gráfica de una primera evolución 40 de la marcación y de una segunda evolución 42 de la marcación a lo largo de un periodo 44 de tiempo de procesamiento. En el eje 46 horizontal se pone el tiempo en segundos y en el eje 48 vertical los ángulos 26 de marcación filtrados previamente en grados. En cada caso se realiza una aproximación lineal de ambas evoluciones 40, 42 de marcación, preferiblemente por medio del método de los mínimos cuadrados.

El periodo 44 de tiempo de procesamiento representado en la figura 4 se extiende a lo largo de los  $k$  últimos ángulos de marcación representados en forma de círculo e  $i$  ángulos de marcación representados en forma de asterisco antes de los últimos  $k$  ángulos de marcación. A este respecto, en este ejemplo de realización se trata de  $i+k$  ángulos de marcación consecutivos. Sin embargo, también son concebibles otras combinaciones de números de ángulos de marcación que van a usarse. Por ejemplo, puede estar previsto incluir entre los  $i$  ángulos de marcación y los  $k$  ángulos de marcación un número  $h$  predefinido adicional de ángulos de marcación en el periodo 44 de tiempo de procesamiento. Si el objetivo, por ejemplo, ya se ha clasificado con otros procedimientos, entonces pueden proporcionarse datos sobre una posible duración de una maniobra. Si la maniobra del objetivo se extiende previsiblemente a lo largo de varios ángulos de marcación filtrados previamente, en particular un número  $h$ , entonces éstos no se tienen en cuenta en el cálculo de ambas evoluciones 40, 42 de marcación.

A continuación se calculan en un momento 54 actual un primer ángulo 56 de marcación esperado de la primera evolución 40 de la marcación y un segundo ángulo 58 de marcación esperado de la segunda evolución 42 de la marcación. Estos ángulos de marcación representados en la figura 4 como triángulos pueden determinarse directamente a partir de las respectivas líneas 40, 42 de aproximación que representan la evolución de la marcación en el momento 54 actual.

De manera correspondiente al procedimiento según la figura 3, después del cálculo 62 de los ángulos 56, 58 de marcación esperados se calcula 64 la diferencia de estos dos ángulos 56, 58 de marcación esperados, concretamente la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$ .

En una etapa siguiente del procedimiento se compara la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  con uno o varios valores umbral. A este respecto, los valores umbral pueden estar predefinidos o sin embargo determinarse 70 en el transcurso del procedimiento en función de la velocidad de deriva de marcación BP.

Si la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  en una comparación 68 con un primer valor umbral  $C1$ , que indica por ejemplo una maniobra del objetivo segura, alcanza este valor umbral  $C1$  o si la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  supera este valor umbral  $C1$ , entonces tras ramificarse por S se determina 73 un punto 72 de intersección (véase la figura 4) de ambas evoluciones 40, 42 de marcación. Para este punto 72 de intersección puede indicarse un momento 74 de maniobra del objetivo correspondiente al punto 72 de intersección.

Además se genera 73 una señal 75 de información, que en este caso contiene la notificación de una maniobra del objetivo segura. La señal 75 de información se emite 76 junto con el momento 74 de maniobra del objetivo. En el caso de una maniobra del objetivo segura se pasa la señal 75 de información con el momento 74 de maniobra del objetivo a un procedimiento TMA posterior, de modo que éste puede iniciarse de inmediato con el cálculo de un nuevo tramo del objetivo. Por consiguiente, la estimación de datos de objetivo se actualiza automáticamente tras una maniobra del objetivo y se adapta a la maniobra.

Sin embargo, si la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  no alcanza 68 el primer valor umbral  $C1$ , tras ramificarse por N se realiza una comparación 78 de la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  con un valor umbral  $C2$ , que es menor que  $C1$ . A este respecto, el valor umbral  $C2$  puede estar igualmente predefinido o sin embargo determinarse 70 en el transcurso del procedimiento. Este valor umbral  $C2$  indica por ejemplo una posible maniobra del objetivo.

Si la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  en una comparación 78 con este valor umbral  $C2$  alcanza este valor umbral  $C2$  o la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  supera este valor umbral  $C2$ , entonces tras ramificarse por S se indica 73 un punto 72 de intersección (véase la figura 4) de ambas evoluciones 40, 42 de marcación y un momento 74 de maniobra del objetivo correspondiente.

Se genera una señal 75 de información correspondiente al valor umbral  $C2$ , que indica en este caso una posible maniobra del objetivo. En el caso de una posible maniobra del objetivo se indican óptica y/o acústicamente 80 a un

usuario la señal 75 de información junto con el momento 74 de maniobra del objetivo correspondiente. En el caso de una falsa alarma, es decir en el caso de que no exista ninguna maniobra del objetivo, éste tiene la posibilidad de iniciar de nuevo el procedimiento para detectar una maniobra del objetivo. En este caso es posible inmediatamente una detección de una nueva maniobra del objetivo sin esperar un tiempo de avance del procedimiento.

5 Además, el usuario tiene la posibilidad de confirmar una posible maniobra del objetivo, para transmitir a un procedimiento TMA eventualmente posterior el momento 74 de maniobra del objetivo.

10 Sin embargo, si la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  en una comparación 78 tampoco alcanza el valor umbral C2, entonces el procedimiento se inicia de nuevo tras ramificarse por N. Por medio de una ramificación 81 del diagrama de flujo de la figura 3 se pasa al inicio del procedimiento.

15 En caso de detectar una maniobra del objetivo segura o una posible maniobra del objetivo, la emisión 76, 80 de la señal 75 de información de las siguientes ejecuciones del procedimiento debe inhibirse 82, dado que de lo contrario en ejecuciones del procedimiento consecutivas se reaccionará varias veces a la misma maniobra del objetivo. Según este ejemplo de realización, la duración de la inhibición 82 asciende a un valor de tiempo predeterminado o hasta que la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  ha pasado a ser de nuevo significativamente menor que el valor umbral C1.

20 Si se produce una maniobra propia del vehículo portador, se inhibe igualmente la emisión 76, 80 de la señal 75 de información. Concretamente no puede reconocerse si un recodo detectado en la evolución de la marcación debe atribuirse a la maniobra propia realizada o a una maniobra del objetivo. El procedimiento según la invención requiere tras una maniobra propia así como tras un inicio del seguimiento, es decir la detección de un nuevo objetivo, un tiempo de avance predeterminado hasta que la señal 75 de información pueda emitirse de nuevo. Deben existir todos los ángulos 26 de marcación filtrados previamente necesarios para la detección de una maniobra del objetivo. Por tanto, el tiempo de avance predeterminado comprende al menos la duración del periodo 44 de tiempo de procesamiento.

30 Tras inhibir 82 la emisión 76, 80 de la señal 75 de información a lo largo del periodo de tiempo necesario, el procedimiento se inicia de nuevo. Esto se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 3 mediante la ramificación 84 de retorno.

35 La figura 5 muestra un diagrama de bloques para describir un dispositivo para la realización del procedimiento descrito anteriormente según un ejemplo de realización. El dispositivo sirve para la detección de cambios de rumbo y/o cambios de velocidad, es decir de maniobras de objetivo, de un objetivo.

40 En primer lugar, un sensor 86 registra en diferentes momentos ángulos 22 de marcación para un objetivo detectado. Éstos se pasan a una unidad 88 de filtrado previo para su suavizado. La unidad 88 de filtrado previo determina un ruido de marcación  $\sigma$ , una velocidad de deriva de marcación BP así como un ángulo 26 de marcación filtrado previamente por cada periodo 24 de tiempo predeterminado. El valor del ruido de marcación  $\sigma$  se pasa junto con el ángulo 26 de marcación filtrado previamente a un módulo 90 de aproximación, que calcula una primera evolución 40 de la marcación y una segunda evolución 42 de la marcación. Una unidad 92 de cálculo calcula en cada caso un ángulo 56, 58 de marcación esperado de ambas evoluciones 40, 42 de marcación en un momento 54 actual. Estos ángulos 56, 58 de marcación esperados se pasan a un módulo 94 de diferencia, que determina a partir de los mismos una diferencia de ángulos de marcación  $|d|$ . La diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  se compara en un módulo 96 de detección de valores umbral con uno o varios valores umbral. A este respecto, los valores umbral pueden estar predefinidos o pueden fijarse de nuevo para cada ejecución del procedimiento por medio de una unidad 97 de determinación de umbral en el módulo 96 de detección de valores umbral en función de la velocidad de deriva de marcación BP determinada en la unidad 88 de filtrado previo.

50 En el caso de alcanzar y/o superar la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  uno o varios valores umbral, el máximo valor umbral C alcanzado se pasa con la diferencia de ángulos de marcación  $|d|$  a una unidad 98 de cálculo adicional para determinar un punto 72 de intersección de ambas evoluciones 40, 42 de marcación y un momento correspondiente a este punto 72 de intersección, concretamente el punto 74 de maniobra del objetivo.

55 Una unidad 100 de señal genera una señal 75 de información correspondiente al máximo valor umbral C, que indica una maniobra del objetivo segura o una posible maniobra del objetivo. Una unidad 102 de emisión posterior representa la señal 75 de información así como el momento 74 de maniobra del objetivo correspondiente. La representación tiene lugar de manera óptica y/o acústica o la señal 75 de información y el momento 74 de maniobra del objetivo se ponen a disposición como señal de datos para un procesamiento adicional.

60 Antes de la unidad 102 de emisión está dispuesta una unidad 104 de desactivación. Ésta sirve para inhibir la unidad 102 de emisión durante la duración de una maniobra propia y/o tras detectar una maniobra del objetivo.

65 Todas las características mencionadas en la descripción anterior así como en las reivindicaciones pueden utilizarse

según la invención tanto individualmente como en cualquier combinación entre sí. Por tanto, la invención no se limita a las combinaciones de características descritas o reivindicadas. Más bien debe considerarse que se dan a conocer todas las combinaciones de características individuales.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para detectar cambios de rumbo y/o cambios de velocidad de un objetivo por medio de un gran número de ángulos (22) de marcación medidos en diferentes momentos, que se determinan mediante la recepción de manera selectiva con respecto a la dirección de ondas sonoras radiadas o emitidas por el objetivo por medio de una disposición de captadores (86) de sonido submarino de una instalación receptora de sónar, caracterizado porque el procedimiento presenta las siguientes etapas:
  - a) calcular una primera evolución (40) de la marcación a partir de un número predeterminado k de ángulos de marcación determinados en último lugar,
  - b) calcular una segunda evolución (42) de la marcación a partir de un número predeterminado i de ángulos de marcación anteriores determinados antes de los k,
  - c) calcular en cada caso un ángulo (56, 58) de marcación esperado de ambas evoluciones (40, 42) de marcación en un momento (54) actual,
  - d) calcular una diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) de ambos ángulos (56, 58) de marcación esperados en el momento (54) actual,
  - e) comparar la diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) con uno o varios valores umbral (C1, C2),
  - f) determinar un punto (72) de intersección de ambas evoluciones (40, 42) de marcación así como un momento (74) correspondiente a ese punto (72) de intersección al alcanzar y/o superar la diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) el o los valores umbral (C1, C2),
  - g) generar una señal (75) de información sobre la detección del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo y proporcionar el momento (74) determinado del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los ángulos (22) de marcación medidos a lo largo de un periodo (24) de tiempo predeterminado se someten a un filtrado (32) previo para su suavizado, determinándose para este periodo (24) de tiempo un ruido de marcación ( $\sigma$ ) así como una velocidad de deriva de marcación (BP).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el número k de ángulos (26) de marcación filtrados previamente de la primera evolución (40) de la marcación así como el número i de ángulos (26) de marcación filtrados previamente de la segunda evolución (42) de la marcación se fijan en función del ruido de marcación ( $\sigma$ ).
4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque se fijan un primer y un segundo valor umbral (C1, C2) teniendo en cuenta la velocidad de deriva de marcación (BP) para indicar la fiabilidad del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo detectados.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en cada caso se realiza una aproximación lineal de la primera evolución (40) de la marcación y la segunda evolución (42) de la marcación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la señal (75) de información sobre la detección del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo se indica de manera óptica y/o acústica a un usuario y/o se pone a disposición como señal de datos para un procesamiento adicional, en particular un procedimiento TMA.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se emite un valor correspondiente a la diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ), representando este valor una medida de la probabilidad de un posible cambio de rumbo y/o cambio de velocidad.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la señal (75) de información se inhibe durante la duración de una maniobra propia y/o tras la detección de un cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo durante un periodo de tiempo predeterminado.
9. Dispositivo para detectar cambios de rumbo y/o cambios de velocidad de un objetivo por medio de un gran número de ángulos (22) de marcación medidos en diferentes momentos, que pueden determinarse mediante la recepción de manera selectiva con respecto a la dirección de ondas sonoras radiadas o emitidas por el objetivo por medio de una disposición de captadores (86) de sonido submarino de una

instalación receptora de sónar, en particular para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por

- 5 un módulo (90) de aproximación para calcular una primera evolución (40) de la marcación a partir de un número predeterminado  $k$  de ángulos de marcación determinados en último lugar y una segunda evolución (42) de la marcación de un número predeterminado  $i$  de ángulos de marcación anteriores determinados antes de los  $k$  ángulos de marcación,
- 10 una unidad (92) de cálculo para calcular en cada caso un ángulo (56, 58) de marcación esperado de ambas evoluciones (40, 42) de marcación en un momento (54) actual,
- un módulo (94) de diferencia para determinar una diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) en el momento (54) actual,
- 15 un módulo (96) de detección de valores umbral para realizar una comparación de la diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) con uno o varios valores umbral (C1, C2),
- una unidad (98) de cálculo adicional para determinar un momento (74) correspondiente al punto (72) de intersección de ambas evoluciones (40, 42) de marcación al alcanzar y/o superar la diferencia de ángulos de marcación ( $|d|$ ) de los valores umbral (C1, C2),
- 20 una unidad (100) de señal para generar una señal (75) de información sobre la detección del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo,
- 25 una unidad (102) de emisión para proporcionar el momento (74) determinado del cambio de rumbo y/o cambio de velocidad así como la señal (75) de información correspondiente.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado por una unidad (88) de filtrado previo para suavizar los ángulos (22) de marcación medidos a lo largo de un periodo (24) de tiempo predeterminado, pudiendo determinarse para este periodo (24) de tiempo un ruido de marcación ( $\sigma$ ) así como una velocidad de deriva de marcación (BP).
- 30 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 10, caracterizado por una unidad (104) de desactivación para inhibir la unidad (102) de emisión durante la duración de una maniobra propia y/o tras reconocer un cambio de rumbo y/o cambio de velocidad del objetivo durante un periodo de tiempo predeterminado.
- 35 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por una unidad (97) de determinación de umbral para fijar uno o varios valores umbral (C1, C2), pudiendo determinarse los valores umbral (C1, C2) en función de límites predeterminados.
- 40

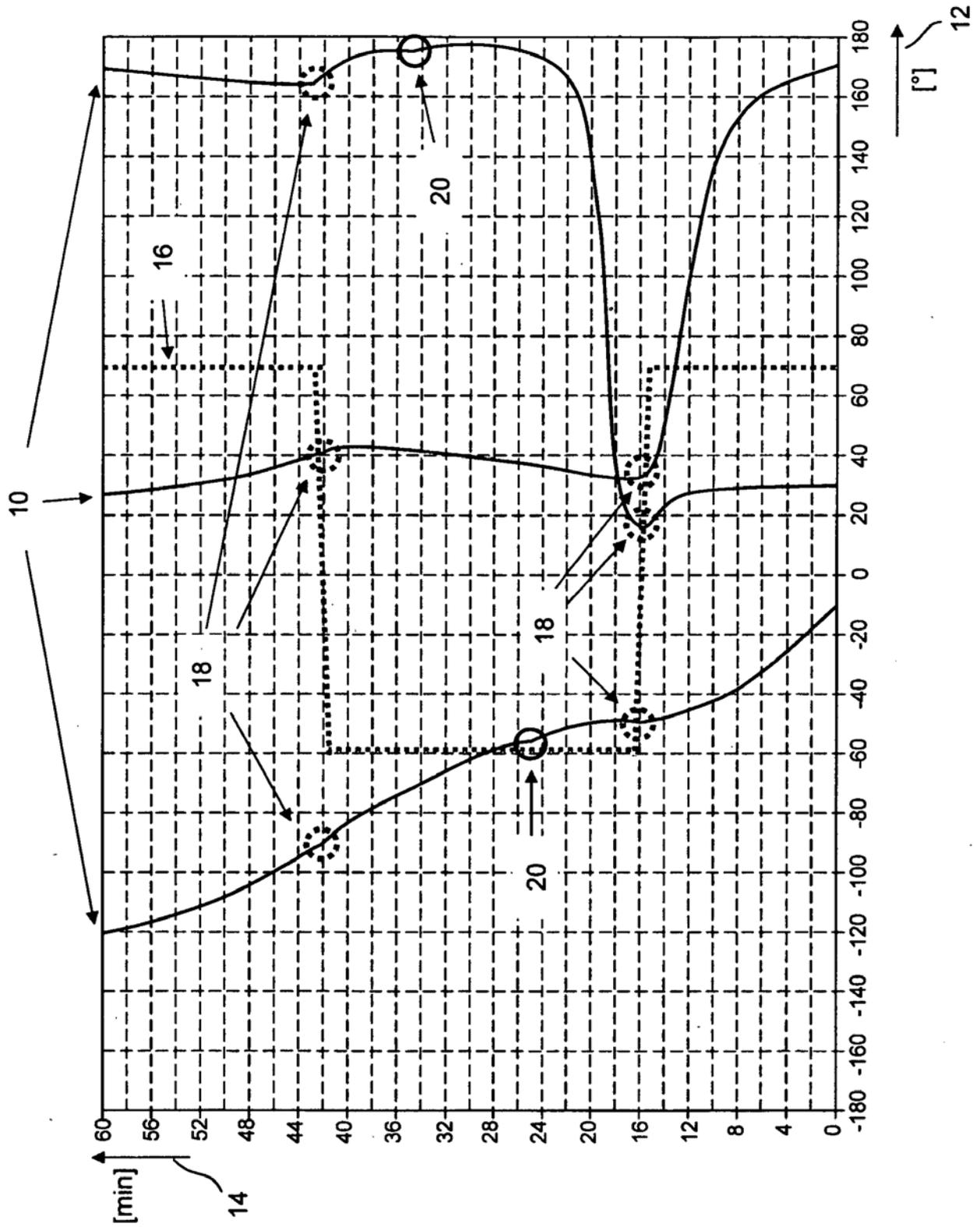


Fig. 1

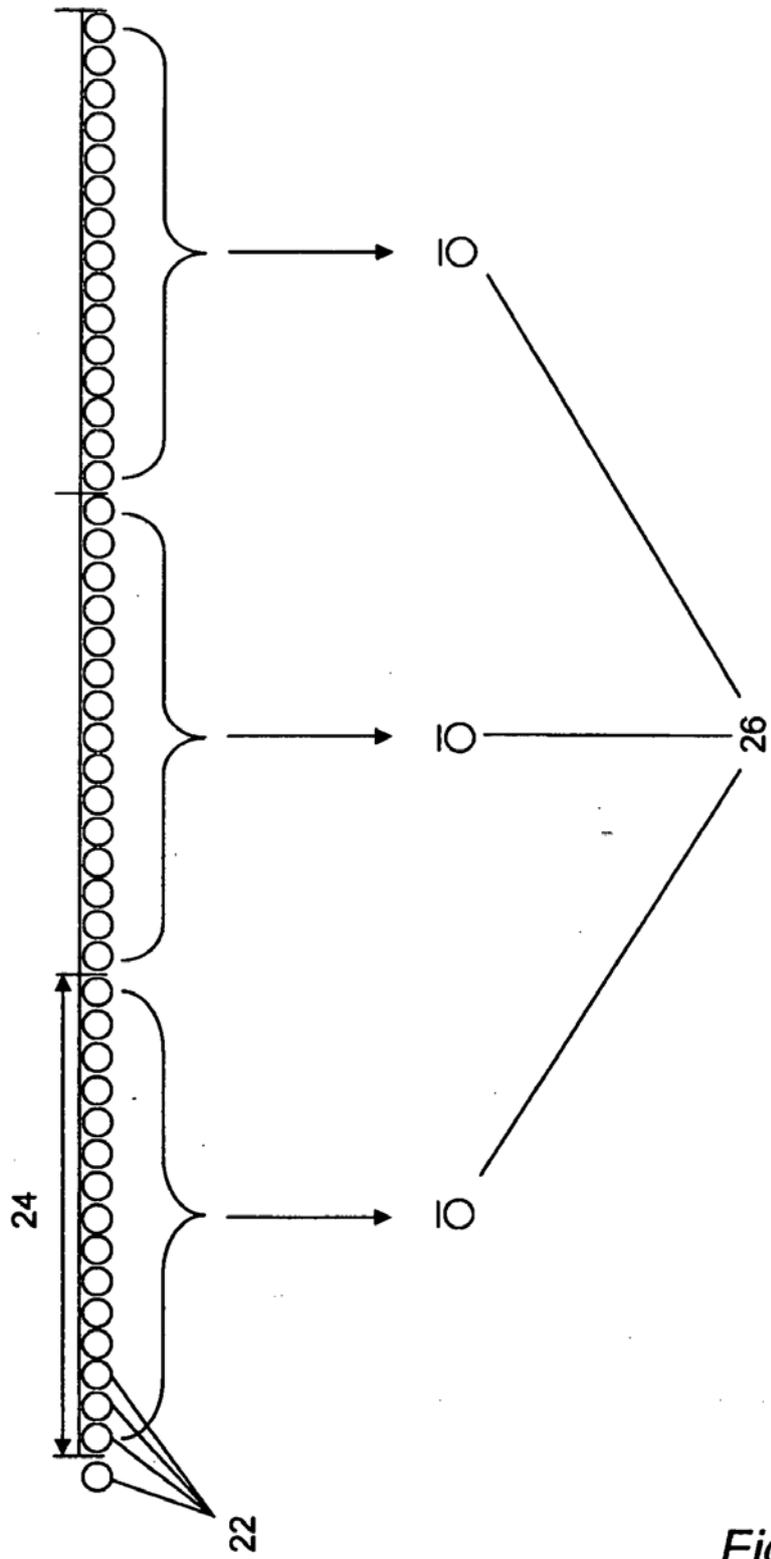


Fig. 2

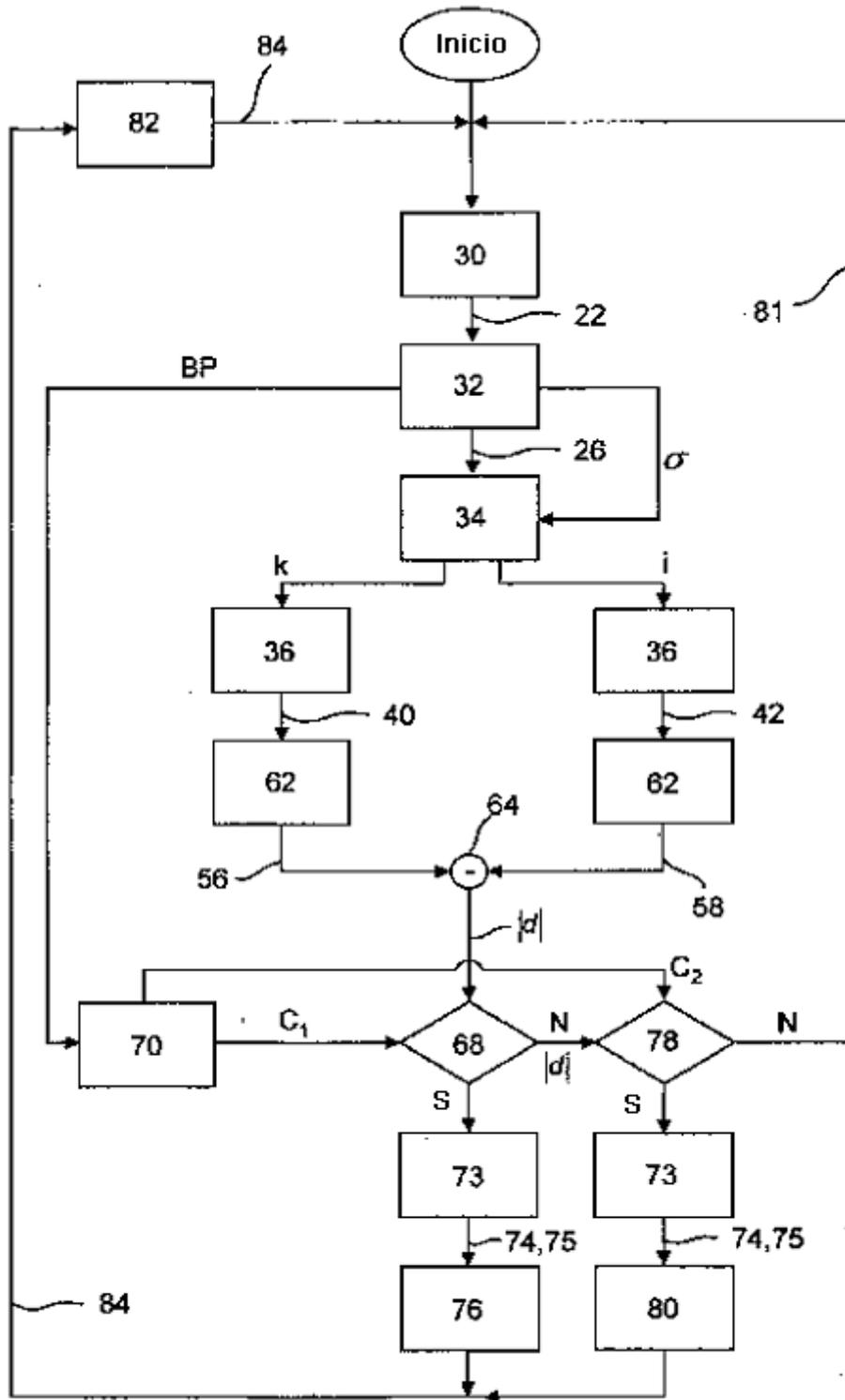


Fig. 3



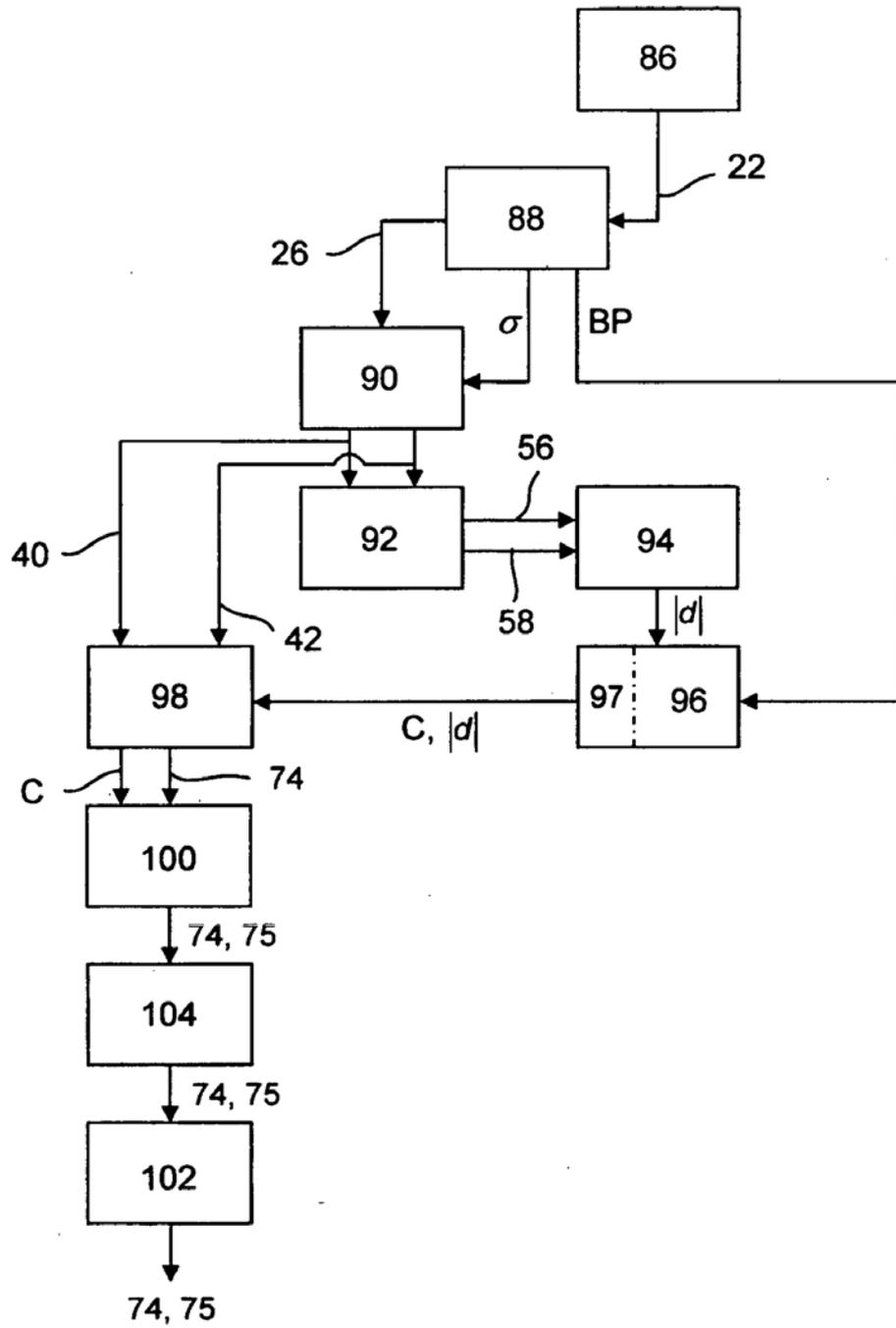


Fig. 5