

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 487 490**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/30** (2006.01)

**G01S 13/28** (2006.01)

**G01S 7/28** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2006** **E 06779055 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014** **EP 1839071**

54 Título: **Aparato de radar marino**

30 Prioridad:

**19.01.2005 GB 0501043**

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

**21.08.2014**

73 Titular/es:

**KELVIN HUGHES LIMITED (100.0%)**  
**Voltage, Mollison Avenue**  
**Enfield, Middlesex EN3 7XQ, GB**

72 Inventor/es:

**WADE, BARRY**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

ES 2 487 490 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

Aparato de radar marino

5 **[0001]** Esta invención se refiere a aparatos de radar de la clase dispuestos para propagar grupos de pulsos de energía hacia dianas y para recibir grupos de pulsos de energía reflejados de vuelta por las dianas.

10 **[0002]** Un radar marino suele emplear generalmente un magnetrón de alta potencia como una fuente de microondas para las señales transmitidas pulsadas. Con el fin de reducir la cantidad de desorden en la pantalla del radar causado por las señales de retorno de las olas, la lluvia y similares, el aparato dispone de circuitos de umbral establecidos para excluir señales de amplitud baja. Esta disposición funciona de manera satisfactoria en la observación de los buques más grandes, las masas de tierra y similares, pero reduce la capacidad del radar para mostrar señales de objetos de interés más pequeños, tales como boyas, embarcaciones de recreo y embarcaciones de asalto rápidas.

15 **[0003]** Los buques de guerra modernos suelen estar diseñados para que sean menos fáciles de detectar por las fuerzas hostiles. La alta potencia producida por el radar convencional, sin embargo, puede ser relativamente fácil de detectar por otros barcos, de manera es una desventaja cuando un buque debe permanecer sin ser visto.

20 **[0004]** Aunque la amplitud de la energía de radar transmitida puede ser reducida, esto produce una reducción correspondiente en el rango efectivo del aparato por lo que no es generalmente posible. La amplitud del pulso se podría reducir y su energía mantenida mediante el aumento de la longitud del pulso. El problema con pulsos más largos, sin embargo, es que no es posible detectar objetivos a corta distancia debido a que la señal de retorno producida a partir de objetivos cercanos será recibida durante la transmisión de la señal.

25 **[0005]** EP 0389720 describe un sistema de radar para la detección de dianas a corta y larga distancia. El sistema de radar transmite pulsos en el que cada pulso consiste en dos o más sub pulsos, siendo al menos uno de los sub pulsos sustancialmente más largo que al menos otro de los sub pulsos.

30 **[0006]** US 5,140,332 describe un sistema de radar que tiene un transmisor capaz de transmitir un pulso precursor codificado corto para mejorar el intervalo de cobertura de radar unto con un pulso codificado largo.

35 **[0007]** GB 2085251 describe un aparato de radar que tiene un transmisor que transmite un grupo de pulsos que consiste en un pulso largo con una primera frecuencia dispuesto en sándwich entre dos pulsos más cortos, de una segunda frecuencia. Esta disposición está diseñada para garantizar que se detecta al menos uno de los dos pulsos cortos, es decir que no se oscurece mediante saturación por el retorno del pulso más largo.

**[0008]** Ninguno de estos documentos trata los problemas particulares del aparato de radar marino.

40 **[0009]** Es un objeto de la presente invención proporcionar una alternativa de aparato de radar.

**[0010]** La presente invención proporciona un aparato de radar marino y un procedimiento para detectar dianas marinas tal como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas a las que se hará referencia ahora. Unas características preferidas y ventajosas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

45 **[0011]** Según un aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de radar del tipo indicado más arriba, caracterizado por el hecho de que cada grupo de energía pulsos incluye al menos dos pulsos de diferentes longitudes, permitiendo el pulso más corto la detección de dianas cercanas y permitiendo el pulso más largo la detección de dianas más alejadas, y por el hecho de que los pulsos de diferente longitud están codificados de manera diferente.

50 **[0012]** Preferentemente cada grupo de pulsos incluye tres pulsos, siendo cada uno de los tres pulsos de anchura diferente. Los pulsos pueden tener anchuras de aproximadamente 0.1 ms, 5 ms y 33ms respectivamente. Los pulsos en cada grupo tienen preferentemente la misma amplitud. El aparato de radar está preferentemente dispuesto para someter los pulsos a compresión de pulsos tras la recepción. Los pulsos están preferentemente codificados mediante codificación de frecuencia, tal como una modulación de frecuencia no-lineal. Cada grupo de pulsos puede incluir tres pulsos, siendo el más corto una señal de onda continua y teniendo los otros dos un chirp modulado en frecuencia, siendo uno un chirp elevador y siendo el otro un chirp rebajador. La potencia de salida del aparato puede ser de aproximadamente 190w.

60 **[0013]** De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona un procedimiento para detectar dianas que incluye las etapas de transmitir una serie de pulsos de energía radar hacia dianas y recibir energía radar reflejadas por las dianas, caracterizado por el hecho de que la serie de pulsos incluye al menos dos pulsos de diferentes anchuras, donde el pulso más corto es adecuado para su utilización en detección de dianas de corto alcance, donde el pulso más largo es adecuado para su utilización en detección de dianas más alejadas, y donde dos pulsos están codificados de manera diferente entre sí.

**[0014]** A continuación se describirá el aparato de radar marino y su procedimiento de funcionamiento según la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático del aparato;  
La Figura 2 ilustra el patrón de pulsos transmitidos; y  
La Figura 3 es un diagrama de bloques del procesamiento de señal llevado a cabo en el aparato.

**[0015]** El aparato incluye una antena de radar convencional 1, tal como un Kelvin Hughes LPA-A1. Un generador de forma de onda 2, tal como uno que emplea un dispositivo de síntesis digital directa, está controlado por una unidad de oscilador maestra y una unidad de temporización 3 para producir una trama o grupo de pulsos que es la misma independientemente de la velocidad de rotación de la antena 1 o el ajuste de alcance del aparato. La trama o grupo de pulsos se repite continuamente y comprende tres intervalos de repetición de pulsos A, B y C, tal como se muestra en la figura 2, aunque no a escala. Los pulsos A, B y C tienen la misma amplitud pero tienen anchuras o longitudes diferentes. A modo de ejemplo solamente, el pulso A podría tener una longitud de 0.1 ms, el pulso B podría tener una longitud de 5ms y el pulso C podría tener una longitud de 33ms. La separación entre los pulsos A y B, y B y C depende del alcance del radar. Cuando el generador de forma de onda 2 recibe un disparo de la unidad de oscilador y temporización 3 se produce ya sea un pulso estrecho de una señal de onda continua cerrada o un pulso que contiene un chirp modulado en frecuencia con un ancho de banda de barrido de aproximadamente 20MHz. El pulso más corto A es una señal de CW cerrada sencilla; los pulsos más largos B y C contienen el chirp modulado en frecuencia, teniendo un pulso un chirp elevador y teniendo el otro un chirp rebajador. De esta manera, los tres pulsos diferentes A, B y C están codificados de manera diferente de modo que puedan ser distinguidos uno de otro en la recepción, estando el pulso más corto codificado por la ausencia de cualquier chirp. El chirp FM aplicado a los dos pulsos más largos es preferentemente de tipo no lineal. Se puede ver, por lo tanto, que cada uno de los tres pulsos dentro de una trama son únicos tanto en longitud y codificación.

**[0016]** Los pulsos producidos por el generador de forma de onda 2 son ráfagas de pulsos coherentes de baja potencia y en una frecuencia intermedia de 60 MHz. Estos se suministran a un mezclador 4 con señales de un segundo oscilador 5 para traducir a una frecuencia de radio entre 2.9 y 3.1 GHz, tal como, por ejemplo 3.05 GHz. La salida de RF de baja potencia del mezclador 4 se suministra a un amplificador de potencia 6 de varias etapas con el fin de producir una salida de aproximadamente 190W. La salida del amplificador 6 está conectada a un duplexor 7 y desde allí pasa a la junta giratoria 8 de la antena 1 para la transmisión.

**[0017]** Durante el modo de recepción, el amplificador 6 está apagado para evitar fugas. Las señales recibidas por la antena 1 pasan a través del duplexor 7 a un receptor de bajo ruido 8. En el extremo delantero del receptor 8 un protector de receptor de estado sólido 9 protege el receptor de señales de alta energía que podrían entrar durante la transmisión o a partir de fuentes externas de radiación. El rango dinámico lineal del receptor general 8 es preferentemente de 65 dB o más. Este rango dinámico se incrementa en una unidad de control de tiempo de sensibilidad (STC) 10 inmediatamente después del receptor 8 y se ejecuta por un atenuador conmutado bajo el control de la unidad de temporización 3. Las señales de RF de la STC 10 pasan a un segundo mezclador 11 donde se convierten en frecuencia a una frecuencia intermedia de 60 MHz. Las señales IF se suministran a través de un limitador y filtro de ancho de banda 12 a un convertidor analógico a digital 13, que simultáneamente digitaliza y traduce las señales a un IF de 20 MHz. La salida del convertidor A / D 13 es suministra a un procesador de señal 20 como se muestra en la Figura 3.

**[0018]** Como se apreciará, los bloques representados en la figura 3 puede representar unidades discretas o etapas en la programación. La señal muestreada del convertidor A / D 13 se convierte a banda de base por un bloque divisor I / Q 21, que realiza la función normalmente asociada con la mezcla analógica y el filtrado de pasa bajos. Como la señal se encuentra ahora en banda base, la frecuencia de muestreo se reduce dentro del bloque 21 por un factor de dos a 40MS / s. La unidad 22 realiza la compresión de pulsos en las muestras recibidas desde los pulsos medios y largos B y C, y lleva a cabo el filtrado pasa-bajos sobre los pulsos cortos A. La compresión de pulsos y el filtrado pasa-bajos se realizan preferentemente se llevan a cabo preferiblemente en el dominio de la frecuencia mediante la adopción de una Transformada de Fourier de las muestras recibidas durante los intervalos de repetición de pulsos, multiplicando la señal transformada por un conjunto de ponderaciones pre-calculadas almacenado, y luego la transformada inversa de Fourier aplicada al producto para volver de nuevo al dominio del tiempo. La frecuencia de muestreo se reduce entonces aún más por un factor de dos, a 20MS/s, por un bloque diezmadador 23. A partir de ahí, la señal pasa a un banco de filtros Doppler 24 que comprende un banco de filtros de paso de banda que extiende y divide la velocidad diana sin ambigüedades en N canales, donde N es el número de pulsos integrados coherentemente. El banco de filtros Doppler 24 se crea mediante la transformación de las muestras de señal recogidas de una célula de rango durante una ráfaga de pulsos en el dominio de la frecuencia usando una transformada de Fourier ponderada. La salida de cada banco de filtros se pasa luego a través de un proceso CFAR (tasa de falsa alarma constante) 25 antes de pasar a una unidad de umbral 26, donde las señales se comparan con un umbral y se identifican como blancos detectados para el suministro a unos medios de utilización tales como una pantalla de visualización, de la forma habitual. La información Doppler permite identificar objetivos de diferentes velocidades y por lo tanto ayuda en la distinción de información de objetivo del desorden del mar y de la lluvia, que se identificará como estacionaria. La naturaleza coherente del sistema permite reducir aún más el ruido.

**[0019]** La disposición descrita anteriormente hace uso de una potencia considerablemente menor que la que ha sido posible previamente gracias a la reducción de rango que ello ha producido. La potencia de un radar marino convencional es típicamente de aproximadamente 30kW en comparación con la de la presente invención, que puede ser de alrededor de 190W. El menor consumo de energía utilizado reduce el riesgo de detección por fuerzas hostiles del barco que transporta el radar. La disposición de la presente invención permite un funcionamiento fiable a baja potencia y un largo alcance al proporcionar pulsos de energía que son más largos que los utilizados anteriormente, tales como hasta aproximadamente unos 22ms en comparación con el radar convencional que emplea pulsos relativamente cortos de alrededor de 50 ns. Con el fin de superar el problema de pulsos más largos que impiden la detección de más de cerca, la presente disposición produce pulsos de duración más corta además de los pulsos más largos. Aunque un sistema que emplea sólo dos pulsos de longitud diferentes (uno corto y uno largo) tendría alguna ventaja, se ha encontrado que es mejor usar tres longitudes de pulso diferentes: corta, media y larga, con el fin de proporcionar una detección fiable de dianas de medio alcance. Los pulsos no tienen que ser transmitidos necesariamente en orden de longitud creciente. Mediante la codificación de los pulsos, es posible correlacionar las señales devueltas por su codificación y por lo tanto reducir los efectos de la interferencia; Esto también permite una reducción en la detección de los ecos recibidos de dianas más allá del alcance normal.

**[0020]** Se apreciará que la longitud relativa de los pulsos se podría variar y que se podrían emplear diferentes formas de codificación, tales como la codificación de ruido o códigos Barker.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de radar marino que comprende medios para generar información Doppler (24) para permitir identificar dianas con diferentes velocidades estando el aparato dispuesto para propagar continuamente grupos repetidos de pulsos de energía hacia dianas y recibir grupos de pulsos de energía reflejados de vuelta por las dianas, en el que cada grupo de pulsos incluye tres pulsos (A, B, C) de diferentes anchuras en el que hay una separación entre cada uno de los pulsos, permitiendo el pulso más corto (A) la detección de dianas de cercanas y permitiendo los pulsos más largos (B, C) la detección de dianas más alejadas en el que los pulsos de diferente longitud están codificados de manera diferente entre sí.
2. Un aparato según la reivindicación 1 para mostrar señales de dianas marinas menores incluyendo boyas, barcos de recreo y embarcaciones de asalto rápidas.
3. Un aparato según la reivindicación 1 o 2 en el que cada grupo de pulsos tiene tres pulsos con anchuras de pulso de entre 0.1 ms y 33 ms.
4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el pulso más corto (A) tiene una anchura de aproximadamente 0.1 ms.
5. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el pulso más largo (C) tiene una anchura de aproximadamente 33 ms.
6. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un procesador de señal que genera información Doppler.
7. Un aparato según la reivindicación 6 en el que el procesador de señal comprende un banco de filtros Doppler.
8. Un aparato según la reivindicación 7 en el que el banco de filtros Doppler comprende un banco de filtros pasa-banda.
9. Un aparato según las reivindicaciones 6 o 7 en el que el procesador de señal también comprende un bloque divisor I/Q, un compresor de pulsos, y un bloque diezmador.
10. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los pulsos más largos (B, C) están codificados en frecuencia.
11. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los pulsos más largos (B, C) están codificados en frecuencia por una modulación de frecuencia no-lineal.
12. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el pulso más corto (A) es una señal de onda continua y los otros dos pulsos (B, C) tienen un chirp modulado en frecuencia, siendo uno un chirp elevador y siendo el otro un chirp rebajador.
13. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por el hecho de que** el aparato está dispuesto para someter los pulsos más largos (B, C) a compresión de pulsos tras la recepción y para someter el pulso más corto (A) a un filtrado pasa-bajos.
14. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los pulsos en cada grupo (A, B, C) tienen la misma amplitud.
15. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para su utilización en un barco, teniendo el aparato una potencia de salida reducida para reducir el riesgo de detección del barco que lleva el radar.
16. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una potencia de salida de aproximadamente 190w.
17. Un procedimiento para detectar dianas marinas que comprende las etapas de transmitir continuamente grupos repetidos de pulsos hacia dianas y recibir señales de energía radar reflejadas por las dianas, en el que cada grupo de pulsos incluye tres pulsos (A, B, C) de diferentes anchuras con una separación entre cada uno de los pulsos, permitiendo el pulso más corto (A) la detección de dianas de cercanas y permitiendo los pulsos más largos (B, C) la detección de dianas más alejadas en el que los pulsos de diferente longitud están codificados de manera diferente entre sí que comprende la etapa adicional de procesar las señales recibidas y generar información Doppler (24) para permitir identificar dianas con diferentes velocidades.
18. Un procedimiento según la reivindicación 17 para recibir energía radar reflejada por dianas marinas menores incluyendo boyas, barcos de recreo y embarcaciones de asalto rápidas.

- 19.** Un procedimiento según la reivindicación 17 o la 18 que comprende la etapa de generar y transmitir un grupo de pulsos que tiene tres pulsos con anchuras de pulso de entre 0.1 ms y 33 ms.
- 5    **20.** Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de procedimiento anteriores que comprende la etapa de procesar las señales recibidas con banco de filtros Doppler.
- 10    **21.** Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de procedimiento anteriores en el que los pulsos más largos (B, C) están codificados en frecuencia.
- 10    **22.** Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de procedimiento anteriores en el que los pulsos más largos (B, C) están codificados en frecuencia por una modulación de frecuencia no-lineal.
- 15    **23.** Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de procedimiento anteriores en el que el pulso más corto (A) es una señal de onda continua y los otros dos pulsos (B, C) tienen un chirp modulado en frecuencia, siendo uno un chirp elevador y siendo el otro un chirp rebajador.

Fig.1.

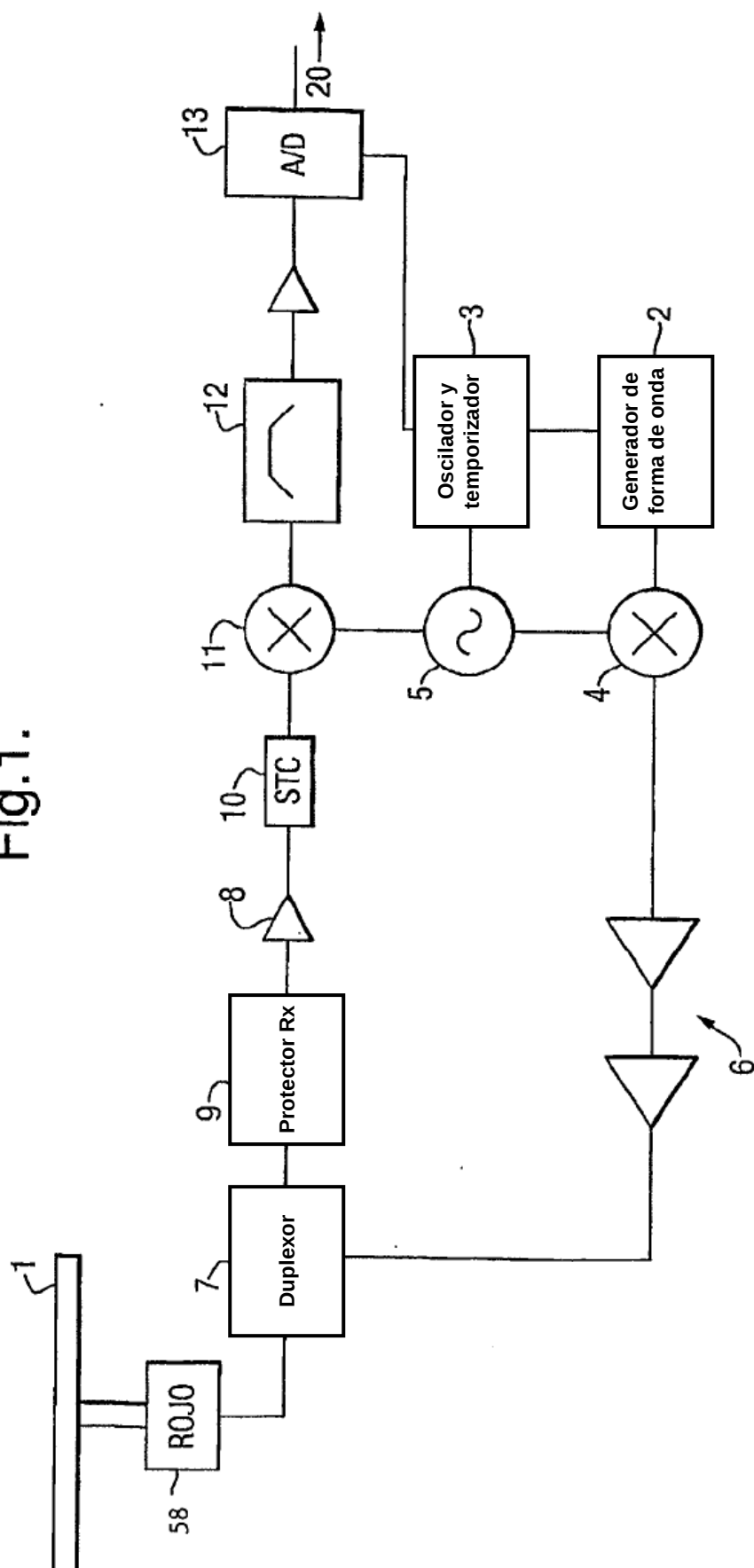


Fig.2.

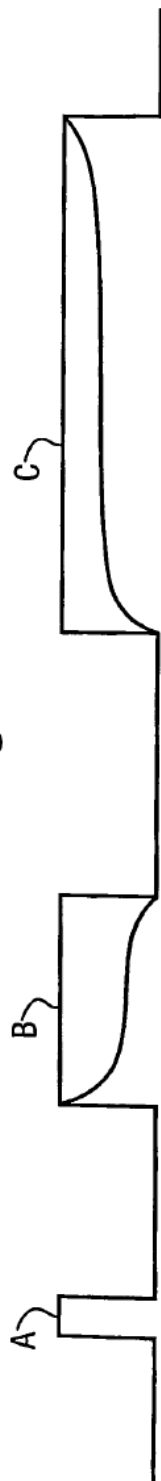


Fig.3.

