

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 393**

51 Int. Cl.:

G01S 13/524 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2014 PCT/GB2014/051237**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14174267**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2014 E 14718723 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2989485**

54 Título: **Mitigación de turbina eólica en sistemas de radar**

30 Prioridad:

24.04.2013 GB 201307381
24.04.2013 EP 13275095

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2017

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

FINCH, DEREK, GEOFFREY

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 630 393 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

Mitigación de turbina eólica en sistemas de radar

Campo

5 La presente invención se refiere a un sistema de Radar, en particular, un sistema de Radar de Control de Tráfico Aéreo (ATC, por sus siglas en inglés) y a los medios por los cuales puede funcionar en los alrededores de una o más turbinas eólicas y, en particular, un parque eólico que comprende múltiples turbinas eólicas.

Antecedentes de la presente invención

10 Es cada vez más común proveer parques eólicos para la generación de energía eléctrica. Dichos parques eólicos se pueden ubicar en tierra y en mar. La presencia de dichos parques eólicos, o incluso de una sola turbina eólica, puede plantear problemas para el funcionamiento de sistemas de Radar cercanos, los cuales se pueden proveer en aeropuertos o bases áreas civiles o militares, a los que de aquí en adelante se hará referencia, de forma conjunta, como aeródromos.

15 Los retornos de una turbina eólica pueden ser relativamente grandes, en comparación con el retorno de un objetivo deseado, es decir, es potencialmente muy difícil, si no imposible, identificar un objetivo deseado de entre los retornos de una turbina eólica o parque eólico.

En la siguiente descripción, se hará referencia a un problema causado por una turbina eólica, pero las personas con experiencia en la técnica apreciarán que el problema se exagera por la presencia de más de una sola turbina eólica en un escenario de parque eólico típico.

20 La técnica anterior intenta abordar el problema de las turbinas eólicas simplemente ignorando cualquier retorno de la dirección en la cual se ubica el parque eólico. Ello presenta el problema de que cualquier aeronave que se acerca desde dicha dirección no es visible y esto rara vez es una solución deseable.

Otros intentos de abordar el problema han implicado cubrir las aspas de la turbina con un material absorbente de Radar. Ello no es particularmente efectivo y es, más bien, costoso.

25 En términos prácticos, el problema se aborda normalmente prohibiendo la construcción de turbinas eólicas en los alrededores de sistemas de Radar ATC. Sin embargo, dado el creciente deseo de generar electricidad a partir de fuentes más ambientalmente amigables, ello coloca un límite no deseable en las ubicaciones donde se pueden construir parques eólicos. Ello es, en particular, así en países densamente poblados donde existen relativamente muchos aeródromos, los cuales pueden tener cobertura de Radar ATC superpuesta y que, de otra forma, descartarían grandes áreas para la consideración de parques eólicos.

30 El documento US5311188A describe un aparato de Radar provisto con un mapa de *clutter* coherente.

El documento WO2010/067057 describe un método para mitigar los efectos del *clutter* y la interferencia en un sistema de Radar.

35 Existe, por lo tanto, un deseo de mitigar los efectos de las turbinas eólicas, de modo que se puedan construir en los alrededores de aeródromos y, por lo tanto, sistemas de Radar ATC, sin afectar de manera adversa el rendimiento de dichos sistemas de Radar ATC.

Compendio de la invención

Según la presente invención, se proveen un aparato y un método según se establece en las reivindicaciones adjuntas. Otras características de la invención serán aparentes a partir de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción.

40 Breve descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo sus realizaciones se pueden llevar a cabo, ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos esquemáticos anexos, en los cuales:

la Figura 1 muestra una representación de un litoral, un parque eólico y una instalación de Radar ATC;

45 la Figura 2 muestra una representación gráfica de un mapa de *clutter* según una realización de la presente invención; y

la Figura 3 muestra una implementación de hardware de un Radar según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la realización preferida

La Figura 1 muestra una instalación típica de un Radar ATC 1, posicionado cerca de un aeródromo (no se muestra). El Radar ATC 1 se ubica cerca de una zona costera 20 y, ubicado a cierta distancia en el mar, se encuentra un parque eólico 10, que comprende múltiples turbinas eólicas individuales.

5 En la técnica anterior, un alto nivel de ruido se experimenta en los retornos que emanan del parque eólico 10 y el Radar 1 tendría que ignorar los retornos del rango acimutal correspondiente al parque eólico. En la práctica, sin embargo, es improbable que un parque eólico se hubiera siquiera construido en la ubicación que se muestra.

10 Existen dos fuentes principales de retornos de parques eólicos: aquellas debidas a la torre para líneas aéreas o torre soporte y aquellas debidas a las aspas rotativas. Las torres para líneas aéreas son estáticas y usan Detección de Objetivo en Movimiento (MTD, por sus siglas en inglés), Indicación de Objetivo en Movimiento (MTI, por sus siglas en inglés) o Procesamiento Doppler (DP, por sus siglas en inglés), cada uno de los cuales es conocido en la técnica y pueden eliminar sus efectos del retorno general. Sin embargo, las grandes estructuras como, por ejemplo, las torres para líneas aéreas pueden "filtrarse" en canales MTD/MTI/DP de modo que no es posible confiar solamente en el procesamiento Doppler para filtrar los efectos de grandes objetos estáticos.

15 Las aspas rotativas plantean un problema diferente. Las dimensiones de las aspas son, con frecuencia, de un orden similar a ciertas dimensiones de aeronaves y se mueven, frecuentemente, a una velocidad similar, lo cual significa que el procesamiento MTD/MTI/DP no se puede usar para representarlas y eliminarlas, de manera efectiva, de los retornos. Por ejemplo, la sección transversal (RCS, por sus siglas en inglés) del Radar de una torre estática puede ser del orden de los 100.000m^2 y la de una aspa puede ser de 1.000m^2 . Por el contrario, la RCS de una aeronave de pasajeros grande puede ser del orden de los 100m^2 y la de una aeronave caza militar podría ser tan baja como 1m^2 .
20 Se puede ver que el nivel de retorno de los objetivos "deseados" es mucho más bajo que el producido por el *clutter* (a saber, las turbinas).

La rotación del aspa produce un retorno significativo, el cual es visible en los resultados del procesamiento Doppler llevado a cabo en el proceso MTD/MTI/DP. Por lo tanto, se requieren otros medios para discriminar retornos de las aspas rotativas.

25 Las realizaciones de la presente invención hacen uso de las señales de retorno complejas o I y Q (en Fase y Fase en Cuadratura) para construir un mapa de *clutter* complejo de alta resolución del área alrededor del Radar. "Complejo", en el presente contexto, se refiere a los componentes I y Q de los retornos. Los mapas de *clutter* de la técnica anterior son conocidos y registran la potencia o los así llamados datos de registro, antes que datos complejos (I y Q).

30 La Figura 2 muestra la estructura, en principio, de dicho mapa. Esta comprende una serie de círculos concéntricos espaciados por una distancia equivalente a una celda de rango del sistema de Radar. Existen múltiples radios que irradian desde la posición de Radar, espaciados por la resolución de pulso del sistema de Radar. La resolución de pulso se determina por el Intervalo de Repetición de Pulso (PRI, por sus siglas en inglés).

35 Cada retorno recibido de una transmisión del Radar se puede asignar a una de las celdas 100 del mapa de *clutter* complejo. Se debe notar que una celda del mapa de *clutter* complejo no es igual a una celda de rango Radar. Una celda del mapa de *clutter* complejo se asocia tanto al rango (distancia desde el Radar) como al acimut y define una región. Para un Radar tridimensional (3-d), también se puede registrar la información de elevación. Si los datos 2-d o 3-d se registran o no, el mapa de *clutter* complejo registra la información espacial relevante para una región definida, ya sea 2-d o 3-d.

40 Durante un período extendido, los retornos recibidos para cada celda en el mapa de *clutter* complejo tienden a un valor constante (en realidad, un par de valores I/Q). Mediante el almacenamiento de dichos valores constantes, es posible, cuando se reciben los retornos en tiempo real, detectar un cambio del valor constante a largo plazo. Dicha diferencia en el retorno recibido (amplitud y fase) es indicativa de un objetivo en los alrededores de las turbinas eólicas.

45 De hecho, dos mapas de *clutter* complejos se usan para una frecuencia de Radar particular. Si el Radar usa dos frecuencias para la transmisión (p.ej. bandas E y F, que es lo común), entonces se usará un total de cuatro mapas de *clutter* complejos - dos para cada frecuencia.

50 Un primer mapa de *clutter* complejo se crea y actualiza en tiempo real y refleja datos I y Q "en vivo" recibidos por el sistema de Radar. Por ejemplo, si una aeronave vuela sobre un parque eólico, los valores almacenados en las celdas del mapa de *clutter* complejo desde las cuales se reciben los retornos variarán en cada exploración a medida que la aeronave pasa. Si los cambios en I y Q se observan en tiempo real, sería posible inferir el recorrido de la aeronave por los cambios en los valores respectivos.

55 El segundo mapa de *clutter* complejo pretende representar la situación estática del ambiente y no actualizarse en tiempo real. Es decir, los valores almacenados en el segundo mapa de *clutter* complejo son aquellos que se espera recibir por el Radar en ausencia de objetivos y representan los retornos solamente del ambiente fijo, incluidas, por supuesto, las torres para líneas aéreas de los parques eólicos. Con el tiempo, los valores en el segundo mapa se fijan en un valor sustancialmente constante. Sin embargo, los datos almacenados en el segundo mapa deben poder

alterarse para representar los cambios en el ambiente. Por ejemplo, se puede construir una nueva torre para líneas aéreas, la cual necesita representarse, o un buque para servicio se puede amarrar en los alrededores del parque eólico, y necesita ignorarse o representarse de forma selectiva, como las torres para líneas aéreas.

5 Con el fin de proveer dicha adaptabilidad, existe una relación definida entre el primer y segundo mapas. En el escenario al que se hace referencia más arriba, donde un buque para servicio se amarra en los alrededores del parque eólico, el movimiento del buque cuando amarra se reflejará en valores cambiantes en una o más celdas del primer mapa. Sin embargo, una vez que el buque es estacionario, las celdas respectivas retornarán valores sustancialmente constantes.

10 Es deseable poder ignorar, de forma selectiva, el buque actualizando los datos en el segundo mapa para reflejar el nuevo objeto estático. Ello se puede lograr detectando un cambio en una celda del primer mapa y luego detectando cuando ya no cambia más. El cambio inicial necesita encontrarse en o por encima de un umbral definido y la estabilización subsiguiente también puede estar sujeta a un requisito de umbral. Una vez que el valor se ha estabilizado, el nuevo valor estático que se almacena en el primer mapa se copia a la celda correspondiente del segundo mapa. Con el fin de asegurar que los cambios no se llevan a cabo de manera demasiado frecuente y asegurar que el segundo mapa verdaderamente representa la situación estática, los datos del primer mapa solo se pueden copiar al segundo mapa después de que un número definido de exploraciones no muestran ningún cambio. Dicho número definido se puede establecer caso por caso, pero como punto inicial, si dos exploraciones sucesivas no muestran ningún cambio en un valor que ha cambiado previamente, entonces los datos se copian del primer al segundo mapa.

20 Los datos en bruto o no procesados I y Q que se usan para poblar el primer mapa forman la base de todo el procesamiento subsiguiente por el Radar. Sin embargo, a diferencia de un sistema de la técnica anterior, ahora existen, en el segundo mapa, detalles del ambiente estático en el cual funciona el Radar. Dichos datos son también en forma de datos I y Q y se pueden sustraer de los datos en bruto I y Q para otorgar datos compensados que son solo atribuibles luego a objetos en movimiento y objetivos potenciales.

25 En un proceso similar, si un proceso de detección de objetivo ha identificado un objetivo y también se encontraba allí en una exploración previa, entonces los datos verdaderamente estáticos del segundo mapa se copian en el primer mapa. Ello asegura que los cambios en los datos en bruto I y Q que de otra forma se usarían para actualizar el primer mapa se puedan detectar fácilmente y ello evita el problema de una decadencia lenta a un valor constante mientras el objetivo se mueve.

30 Los mapas de *clutter* complejos dependen de la frecuencia, entonces en un sistema de Radar ATC típico que usa dos frecuencias dentro de una banda dada, existe un par de mapas de *clutter* complejos provistos para cada banda de frecuencia y los mapas relevantes se usan con la frecuencia correspondiente.

35 Dicha técnica es posible mediante el uso de las técnicas de interpolación y extrapolación, en el sentido de que es posible calcular con un grado de exactitud relativamente bueno los retornos que se recibirán de entre dos pulsos de transmisión reales. De manera efectiva, ello permite "espacios" en los retornos que se rellenarán interpolando los resultados y calculando los retornos a partir de dichos espacios.

40 La interpolación se requiere, dado que el tiempo de un pulso de transmisión no se sincroniza con la posición acimutal de la antena. Por lo tanto, no es posible garantizar que una torre para líneas aéreas particular se iluminará totalmente en una exploración particular. Las técnicas de interpolación se requieren, por lo tanto, para rellenar los espacios en las señales recibidas.

45 El mapa de *clutter* complejo que se muestra en la Figura 2 se define en términos de posiciones acimutales fijas y en una exploración dada, dichas posiciones fijas pueden no alinearse con las transmisiones de la antena de Radar. Se supone que los cambios entre celdas adyacentes en el mapa de *clutter* complejo son graduales y suaves y permiten el uso de la interpolación para representar la no alineación de los mapas de *clutter* complejos con la posición acimutal real de la transmisión.

50 Los componentes estáticos grandes, atribuibles a las torres para líneas aéreas se retiran mediante la interpolación entre los valores de mapa de I y Q en cada celda de rango para las celdas acimutales adyacentes al acimut del PRI actual para determinar el valor de I y Q que se espera en dicha celda de rango para dicho acimut y frecuencia transmitida y sustrayendo dichos valores I y Q de los valores I y Q en cada celda de rango, respectivamente. Ello es opuesto a los mapas de *clutter* de la técnica anterior (a saber, no complejos), los cuales, en general, se relacionan solamente con la potencia o potencia de registro y no con valores complejos.

55 Por lo tanto, cuando los retornos se reciben de la dirección y rango del parque eólico, cuyos datos se almacenan en los mapas de *clutter* complejos, se lleva a cabo una comparación con el segundo mapa, que representa los retornos promedio a largo plazo y, a partir de dicha comparación, es posible determinar si los retornos que se reciben actualmente representan un objetivo en movimiento entre los retornos de las torres para líneas aéreas en el parque eólico.

Dado que el efecto de las torres para líneas aéreas se puede eliminar en el nivel I y Q, ello representa un medio de pérdida baja para reducir el efecto de retornos estáticos del parque eólico de manera que también evita que los retornos de la torre para líneas aéreas se abran paso en el procesamiento MTD/MTI/DP como resultado de la dispersión espectral causada por la rotación de la antena.

5 Además de los mapas de *clutter* complejos a los que se hace referencia más arriba, un sistema de Radar de la presente realización puede hacer uso de mapas de residuos de potencia de *clutter* de alta resolución, los cuales se pueden proveer para los canales MTI/MTD/DP así como para el canal Radar Normal (RN). En ellos, se pueden producir múltiples salidas de filtro, como en el procesamiento MTD, y dichos mapas se pueden aplicar por filtro, así como en la salida combinada en un proceso de suma o selección (p.ej. procesamiento GOF (el mayor de los filtros)).

10 El uso de acimut mucho más alto y resolución de rango dentro del parque eólico respecto de lo que se usa normalmente en sistemas de Radar ATC significa que los retornos de turbina de las aspas rotativas se pueden suprimir sin suprimir retornos objetivo de entre las aspas.

15 Con el fin de aumentar aún más la efectividad de dicha técnica, el tamaño de la celda de rango de Radar se hace más pequeño de lo que sería normal para sistemas de Radar ATC. En el Radar ATC de la técnica anterior, el tamaño de la celda de rango se encontraría en la región de los 60 a 240 metros (o mayor, en algunos casos). Ello es aceptable en la mayoría de las situaciones, pero no permite mitigar de forma inmediata los efectos de las turbinas eólicas. Un aspa de turbina típica se encuentra en la región de los 60 metros de largo y, normalmente, están espaciadas por 600 metros, con lo cual existe una resolución insuficiente en el sistema para distinguir un objeto de dicho tamaño que usa un tamaño de celda de rango según la técnica anterior.

20 Los sistemas ATC no necesitan, en general, tener celdas de rango más pequeñas que 60 o 240 metros, dado que la resolución que se requiere que tengan se relaciona con los objetos u objetivos que esperan monitorear, a saber, aeronaves. Sin embargo, los sistemas de Radar navales con frecuencia tienen una celda de rango más pequeña, dado que requieren una resolución mayor debido a los objetos u objetivos que se espera que monitoreen como, por ejemplo, amenazas entrantes, misiles o similares.

25 Por lo tanto, no ha existido la necesidad antes de proveer sistemas de Radar ATC con celdas de rango más pequeñas, dado que simplemente no existía dicho requisito. Sin embargo, con el fin de ayudar a mitigar los efectos de los parques eólicos, una celda de rango más pequeña puede permitir al sistema de Radar ATC ver de manera efectiva entre las turbinas del parque eólico y seleccionar objetivos entre las turbinas, o al menos en los alrededores de las turbinas. Se ha descubierto que una celda de rango en la región de los 30 metros es adecuada, aunque
30 celdas de rango más pequeñas otorgarán una mejor resolución.

Una desventaja del uso de una celda de rango más pequeña es que la potencia de procesamiento aumentada se requiere en el sistema de Radar para procesar el número aumentado de retornos que se reciben. En los sistemas de la técnica anterior, la potencia de procesamiento escaseaba y cualquier aumento en la potencia de procesamiento requerida podría ser técnicamente problemático y prohibitivamente costoso. Sin embargo, los avances en la
35 disponibilidad del sistema de procesamiento potente a un coste más razonable permiten que las celdas de rango más pequeñas se usen en realizaciones de la presente invención.

En la mayoría de los sistemas de Radar, existe un proceso llamado Tasa Constante de Falsas Alarmas (CFAR, por sus siglas en inglés) que actúa para asegurar que exista un nivel constante o casi constante de falsas alarmas o detecciones. De hecho, CFAR promedia los retornos y los escalona de modo que cualquier retorno por encima del
40 "ruido" promedio por un umbral definido se registrará como un retorno válido de modo que los retornos de una densidad localmente alta de *clutter* solamente producirán un número bajo de lotes. Sin embargo, si un objetivo pequeño se encuentra dentro de dicha área, también se puede suprimir, de manera no deseable. Ello es particularmente cierto en un escenario de parque eólico donde el *clutter* local normalmente consta de retornos de fondo relativamente bajos de entre las turbinas, con retornos relativamente muy altos de las propias turbinas, incluso
45 después de haber suprimido dichos retornos usando los diferentes mapas de *clutter* a los que se hace referencia previamente.

Dichos retornos de turbina, si se incluyen en el cálculo del nivel de fondo, resultan en que la CFAR suprime objetivos que se encuentran dentro y/o cerca del parque eólico. Este problema particular se supera mediante el uso de la así llamada "CFAR censurada", la cual tiene el efecto de no incluir retornos de turbina en el cálculo del nivel promedio
50 de fondo. Otras técnicas de CFAR censurada se conocen a partir de la técnica anterior, pero se usan para evitar que los objetivos supriman la detección de otros objetivos cercanos, p.ej., dos aeronaves que vuelan en formación, o dos o más barcos que viajan en convoy, lo cual podría suprimir mutuamente la detección del otro.

Sin embargo, la censura que se usa en las realizaciones de la presente invención difiere de dichas técnicas de la técnica anterior en que el número de celdas censuradas por área de unidad se selecciona para coincidir con el
55 número máximo esperado de retornos de turbina contaminados. Ello tiene el efecto de minimizar la supresión de objetivos por la presencia del parque eólico. En otras palabras, cuando se calcula la CFAR para una celda particular, las celdas adyacentes se examinan de forma usual. Si, entre los retornos de la única o más celdas adyacentes, hay

al menos un retorno que es significativamente más alto que los otros retornos, entonces ello puede inclinar el promedio calculado y afectar, de manera adversa, el cálculo CFAR para la celda particular.

5 Cualquier retorno que sea significativamente más alto que un umbral definido se puede tratar como un valor extremo o anomalía estadística y se puede ignorar a los fines del cálculo CFAR. Este es el concepto por debajo de lo que se describe en la presente memoria como CFAR censurada. El umbral sobre el cual debe descansar un retorno particular con el fin de considerarse un valor extremo se puede establecer por adelantado o determinarse caso por caso.

10 Un problema particular en la implementación de mapas para un área que tiene un parque eólico es que mientras las aspas de la turbina rotan, ellas no están siempre en una posición que el Radar ilumine. Ello significa que a veces existe poco retorno o ningún retorno de una aspa o turbina particulares pero, si el aspa se encuentra en cierta posición de modo que retorna una señal grande, puede, fácilmente, saturar otras señales. El resultado neto de ello es que los retornos de los alrededores del parque eólico son muy "puntiagudos" y hay una variación grande en la amplitud de retornos, según si una aspa particular se ilumina totalmente o no. Un fenómeno similar se experimenta con los helicópteros, cuando puede ocurrir el "destello de aspa", causado por cierta combinación de la posición/orientación del aspa y la iluminación de Radar. El "destello de aspa" se usa en el presente contexto para hacer referencia a un retorno alto causado por un fenómeno similar con turbinas.

15 Normalmente, dichos destellos de aspa son cientos de veces más fuertes que un retorno grande normal típico del Radar, pero solo ocurren con poca frecuencia y duran menos que un solo PRI para un radar de banda E/F típico. Ellos producen, por lo tanto, una fuerte respuesta en solamente un pulso de una ráfaga coherente según su uso por Radares MTD/MTI/DP. Por lo tanto, es posible compensar el destello de aspa no procesando la ráfaga que contiene el destello de aspa o procesando la ráfaga con el pulso corrompido retirado o reemplazado por un retorno calculado para reparar la ráfaga, a saber, de modo que aparece como si el destello de aspa nunca hubiera ocurrido. Todo procesamiento llevado a cabo para compensar el destello de aspa se lleva a cabo antes de que los datos de la ráfaga se usen para actualizar un mapa de *clutter* antes de filtrarse mediante un proceso MTD/MTI/DP.

25 Dado que el retorno de las aspas de una turbina eólica no se puede predecir de forma exacta, dado que no se puede conocer por adelantado cuándo ocurrirá el destello de aspa, no es posible usar los retornos para actualizar los mapas de residuos de *clutter* de manera directa, usando un mapa suavizado alfa, como es la práctica normal en los sistemas de Radar ATC de la técnica anterior. Dicho mapa contendría el retorno promedio de la turbina, que se inclinaría enormemente por ocurrencias ocasionales de destello de aspa. Con el fin de abordar dicho problema, el uso del mapa se puede alterar en los alrededores del parque eólico y, en particular, en la ubicación de turbinas individuales, identificadas por sus retornos a largo plazo localmente elevados (o valores de mapa). En la región de un parque eólico, las normas particulares se pueden definir para suprimir aún más los retornos de turbina, según la variabilidad de los retornos de turbina. Por ejemplo, dichas normas pueden ser relativamente simples, p.ej. si un retorno se encuentra por encima de un umbral preestablecido con mayor frecuencia que N veces en una ventana de M exploraciones, entonces atenuar la señal en dicha ubicación en un monto basado en los niveles de señal observados en el pasado desde dicha misma ubicación. Se pueden definir normas más complejas, basadas en variaciones estadísticas y temporales de los retornos de dicha ubicación y medidas en M exploraciones especificadas. El valor de M se puede seleccionar según datos de ensayos o se puede calcular en tiempo real a partir de observaciones pasadas.

30 La Figura 3 muestra un esquema de una realización de hardware de una realización de la presente invención. El sistema comprende una antena 200 que es idéntica a las antenas conocidas a partir de la técnica anterior. La antena se conecta a una unidad RF 210 que comprende un transmisor y un receptor para transmitir y recibir señales, respectivamente. La entrada en la unidad RF 210 es digital y la salida de la unidad RF es digital. La unidad RF 210 se conecta a la Unidad DSP 220. La unidad DSP 220 comprende un procesador 230, que se acopla de manera funcional a un almacén de programas 240 y a una memoria de trabajo 250. El almacén de programas almacena un programa para llevar a cabo un método según una realización de la presente invención, como se describe previamente. La memoria de trabajo se usa para almacenar los mapas de *clutter* complejos y otros datos que se procesan por el procesador 230 bajo instrucciones del almacén de programas 240. En realidad, la unidad DSP 220 puede comprender múltiples procesadores y la representación que se muestra aquí es solamente ilustrativa.

35 La Unidad DSP 220 se conecta a una unidad de visualización 260, que se usa por un operador ATC para monitorear objetivos de manera usual.

40 Mediante el uso de uno o más de un mapa de *clutter* complejo de alta resolución, combinado con celdas de rango más pequeñas de lo normal, supresión de destello de aspa y CFAR censurada, las realizaciones de la presente invención pueden descartar, de manera efectiva, el efecto de los parques eólicos en los retornos recibidos por el Radar.

45 Al menos algunas realizaciones de la invención se pueden construir, de forma parcial o total, usando hardware dedicado para propósitos especiales. Los términos como, por ejemplo, "componente", "módulo" o "unidad" usados en la presente memoria pueden incluir, pero sin limitación, un dispositivo de hardware como, por ejemplo, una Matriz de Puertas Programable de Campo (FPGA, por sus siglas en inglés) o un Circuito Integrado para Aplicaciones

5 Específicas (ASIC, por sus siglas en inglés), que lleva a cabo ciertas tareas. De manera alternativa, los elementos de la invención se pueden configurar para residir en un medio de almacenamiento abordable y se pueden configurar para ejecutarse en uno o más procesadores. Por consiguiente, los elementos funcionales de la invención pueden, en algunas realizaciones, incluir, a modo de ejemplo, componentes como, por ejemplo, componentes de software, componentes de software orientados al objetivo, componentes de clase y componentes de tareas, procesos, funciones, atributos, procedimientos, subrutinas, segmentos de código de programa, controladores, firmware, microcódigo, circuitos, datos, bases de datos, estructuras de datos, tablas, matrices y variables. Además, aunque las realizaciones a modo de ejemplo se han descrito con referencia a los componentes, módulos y unidades descritas más abajo, dichos elementos funcionales se pueden combinar en menos elementos o separarse en elementos
10 adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer funcionar un Radar ATC (1), que comprende las etapas de:
 recibir señales En fase (I) y Cuadratura (Q);
- 5 crear un primer y segundo mapas de *clutter* complejos usando las señales I y Q; en donde el primer mapa comprende datos que se actualizan de forma dinámica por exploración y el segundo mapa comprende datos indicativos de un ambiente estático sin objetivos;
- sustraer datos del segundo mapa de las señales I y Q recibidas para mitigar los efectos de los objetos estáticos en el ambiente, para producir datos I y Q compensados;
- 10 usar los datos I y Q compensados para la detección de objetivos y/o monitoreo, caracterizado por que si un retorno se recibe de una aspa de turbina eólica, que es sustancialmente más alto que otros retornos de la misma ráfaga de transmisión, entonces el retorno sustancialmente más alto se ignora o atenúa para estar de acuerdo con otros retornos de la misma ráfaga de transmisión.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en donde el primer y segundo mapas de *clutter* complejos comprenden múltiples celdas (100), cada celda corresponde a una región definida, y en donde si los datos registrados en una celda particular en el primer mapa cambian en más de un primer umbral predefinido entre una exploración y la siguiente, antes de permanecer sustancialmente constante para un primer número predefinido de exploraciones, entonces los datos sustancialmente constantes para la celda particular se copian del primer mapa al segundo mapa.
- 20 3. El método de la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde una celda de rango del Radar ATC es más pequeña que 60 metros.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la interpolación de una señal recibida se lleva a cabo para alinear las coordenadas acimutales de los mapas de *clutter* complejos con la posición acimutal real de la antena del Radar ATC.
- 25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que además comprende la etapa de calcular la CFAR para una celda particular sobre la base de retornos de las celdas adyacentes, en donde si al menos un retorno de las celdas adyacentes supera cierto umbral, el al menos un retorno se ignora en el cálculo de la CFAR.
6. Un Radar ATC (1) dispuesto para:
 crear un primer y segundo mapas de *clutter* complejos usando las señales I y Q recibidas, en donde el primer mapa comprende datos que se actualizan de forma dinámica por exploración y el segundo mapa comprende datos
 30 indicativos de un ambiente estático sin objetivos;
- sustraer datos del segundo mapa de las señales I y Q recibidas para mitigar los efectos de los objetos estáticos en el ambiente, para producir datos I y Q compensados; y
- 35 usar los datos I y Q compensados para la detección de objetivos y/o monitoreo, caracterizado por que si un retorno se recibe de una aspa de turbina eólica, que es sustancialmente más alto que otros retornos de la misma ráfaga de transmisión, entonces el Radar ATC se dispone para ignorar el retorno sustancialmente más alto o atenuarlo para estar de acuerdo con otros retornos de la misma ráfaga de transmisión.
- 40 7. El Radar ATC de la reivindicación 6, en donde el primer y segundo mapas de *clutter* complejos comprenden, cada uno, múltiples celdas (100), cada celda corresponde a una región definida, y en donde si los datos registrados en una celda particular en el primer mapa cambian en más de un primer umbral predefinido entre una exploración y la siguiente, antes de permanecer sustancialmente constante para un primer número predefinido de exploraciones, entonces el Radar ATC se dispone para copiar los datos sustancialmente constantes para la celda particular del primer mapa al segundo mapa.
8. El Radar ATC de la reivindicación 6 o reivindicación 7 dispuesto para usar una celda de rango más pequeña que 60 metros.
- 45 9. El Radar ATC de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 en donde el Radar ATC se dispone para interpolar una señal recibida para alinear las coordenadas acimutales de los mapas de *clutter* complejos con la posición acimutal real de la antena del Radar ATC.
- 50 10. El Radar ATC de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en donde el Radar ATC se dispone para calcular la CFAR para una celda particular sobre la base de retornos de celdas adyacentes, en donde si al menos un retorno de las celdas adyacentes supera cierto umbral, el Radar ATC se dispone para ignorar el al menos un retorno.

Fig. 1

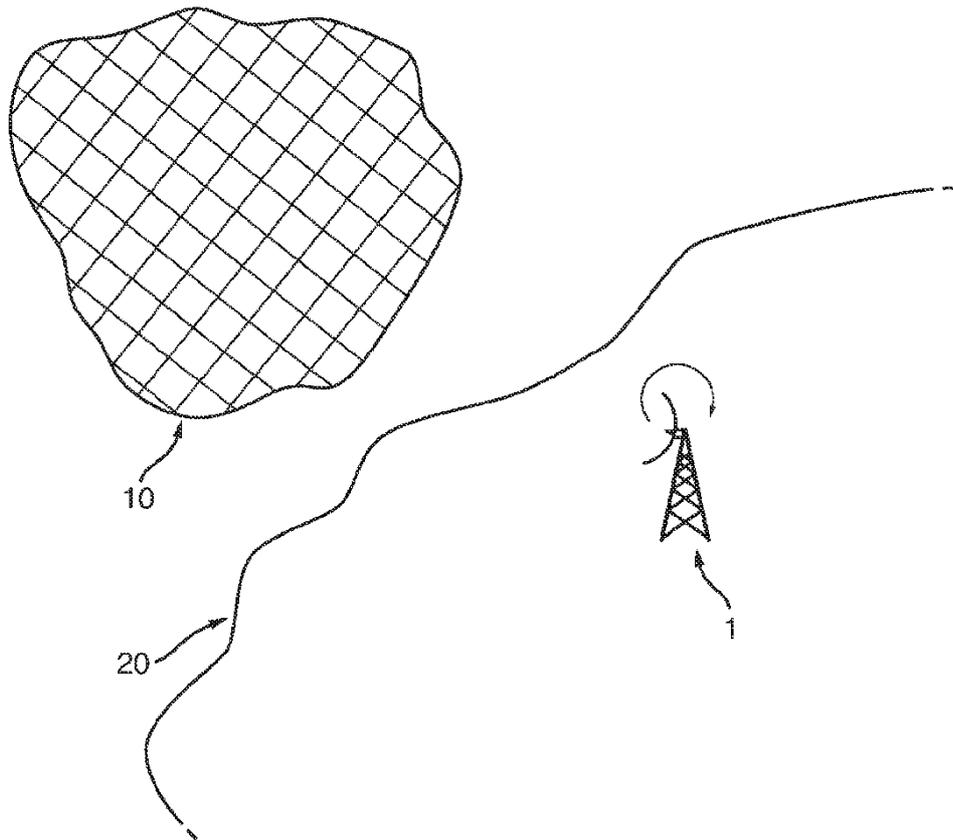


Fig. 2

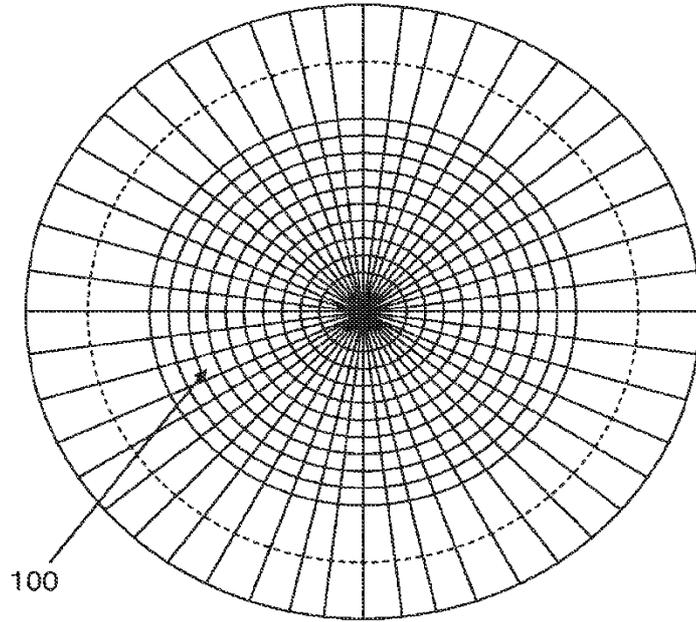


Fig. 3

