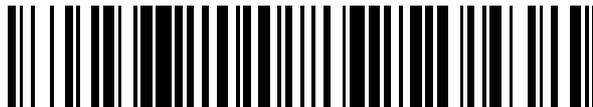


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 034**

51 Int. Cl.:

G01S 13/78 (2006.01)

G01S 7/41 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2012 E 12425189 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 2600171**

54 Título: **Algoritmo antirreflejos de modo S para eliminar falsas derrotas debidas a respuestas reflejadas en sistemas de radar terrestre**

30 Prioridad:

30.11.2011 IT RM20110633

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

16.12.2014

73 Titular/es:

**SELEX ES S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa, 4
00195 Roma , IT**

72 Inventor/es:

GELLI, STEFANO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 525 034 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

Algoritmo antirreflejos de modo S para eliminar falsas derrotas debidas a respuestas reflejadas en sistemas de radar terrestre

5 La presente invención versa sobre un algoritmo antirreflejos de modo S para eliminar falsas derrotas debidas a respuestas reflejadas en sistemas de radar terrestre.

El modo S es una tecnología para la transmisión de datos utilizada por el radar secundario de vigilancia (SSR) para el control del tráfico aéreo de aeronaves dotadas de transpondedor. La “S” significa “selectivo”, es decir, indica la posibilidad de interrogar a la aeronave de manera selectiva por medio de una dirección unívoca de 24 bits, posibilidad que no es ofrecida por otras tecnologías anteriores denominadas “modo A” (o “modo 3”) y “modo C”.

10 El modo S es un estándar de comunicaciones que se atiene a las normas y recomendaciones de la OACI, Organización de Aviación Civil Internacional, es decir, el organismo que tiene confiada la misión de desarrollar los principios y las técnicas de la navegación aérea internacional, las rutas y los aeropuertos y de promover el diseño y el desarrollo del transporte aéreo internacional haciéndolo más seguro y regular.

15 El enlace de datos de modo S se caracteriza por esta actividad del intercambio de datos entre la estación de radar terrestre y la aeronave.

La característica de las tecnologías anteriores al modo S en los radares secundarios de campo es la de efectuar una transmisión del tipo de radiodifusión aprovechando:

- la selectividad espacial de la antena de radar (dimensión del haz principal de aproximadamente 2,4°);
 - la presencia de un haz expresamente estudiado para la supresión de los lóbulos laterales tanto en “enlace ascendente” (ISLS) como en “enlace descendente” (RSLs) para resolver las aeronaves muy cercanas entre sí.
- 20

Con “enlace ascendente” se quiere decir la conexión entre un terminal terrestre y una posición en el aire; con “enlace descendente”, la conexión opuesta.

25 Dado que las interrogaciones generadas por el radar no son dirigidas específicamente a una aeronave, los blancos del haz principal siempre responden con una respuesta que, por ende, puede llegar a la antena de radar superpuesta a otras respuestas (de otras aeronaves) y distorsionada por ellas (fenómeno conocido con el nombre de “solapamiento de códigos”).

30 Además, dado que las transmisiones de radar no pueden ser distinguidas de las de otro interrogador en la misma zona, se crean efectos de la interferencia mutua entre sistemas terrestres. Por lo tanto, una respuesta útil, es decir, generada por la interrogación del radar secundario, puede encontrarse “inmersa” en un conjunto de respuestas que, en cambio, sean generadas por otros radares adyacentes (fenómeno conocido con el nombre de “señales parásitas”).

35 El aumento del tráfico aéreo, especialmente en la zona europea central (“zona central”), y la proliferación de estaciones terrestres han llevado el sistema tradicional al límite de su rendimiento potencial y a la necesidad de introducir un sistema de interrogación selectiva tierra-de a bordo-tierra.

En el protocolo del modo S, estandarizado en el Anexo 10 de la OACI, Vol. IV, la dirección asignada al radar se define como IC, “código del interrogador”, o II, “identificador del interrogador”, mientras que la del blanco se define como dirección del modo S o incluso “dirección OACI de 24 bits”.

40 La dirección de la estación terrestre no es necesariamente unívoca, ni siquiera en una zona relativamente restringida (200 × 200 millas náuticas), y asume valores que oscilan entre 0 y 16 (algunos de los cuales están reservados para fines de verificación o militares). Por el contrario, la dirección del blanco es asignado directamente por un organismo nacional dentro de un conjunto de direcciones que la OACI asignada, a escala mundial, a cada país.

45 Por lo tanto, el requisito básico del protocolo del modo S es que la dirección del modo S sea “individual”, es decir, que sea válida la hipótesis de que no puedan existir dos aeronaves con la misma dirección del modo S en la zona cubierta por un único radar.

Como en otros sistemas tradicionales de radar, existe aquí el problema de discriminar entre blancos reales y falsos generados por el reflejo de las respuestas en obstáculos naturales o artificiales.

50 Aunque la dirección del modo S es teóricamente individual, existen estudios, realizados y publicados por EUROCONTROL, que abordan ejemplos de aeronaves con direcciones del modo S iguales. La causa de tal fenómeno está normalmente relacionada con la transferencia de las aeronaves de una aerolínea a otra y a la no programación de la dirección del transpondedor de a bordo. En las aeronaves civiles, ciertamente, el piloto no puede

acceder a la programación de la dirección del modo S en el transpondedor y, además, siendo la dirección del modo S una dirección "técnica", no es presentada explícitamente al controlador de vuelo.

5 Por lo tanto, la presencia de aeronaves con la misma dirección del modo S hace que el algoritmo tradicional normal del modo S resulte inservible o incluso perjudicial, con lo que se vuelve al problema general de las conexiones anteriores, en las que, además de las respuestas debidas a los blancos naturales, hay respuestas debidas a la falta de univocidad de los códigos aéreos.

La solución clásica al problema descrito en lo que antecede es la utilización de otras condiciones para la detección y la subsiguiente eliminación de los blancos no deseados creados por el extractor de radar como consecuencia de los reflejos de las respuestas en los reflectores (objetos naturales o artificiales diferentes del blanco aéreo).

10 Los parámetros utilizables, individualmente o en combinación entre ellos, son los siguientes:

- dirección del modo S (por ejemplo, 0x30000 F);
- modo A (por ejemplo, A1234);
- "indicativo de llamada" (un identificador que es único para cada vuelo; por ejemplo, AZ3581);
- comparación con mapas de reflectores predefinidos.

15 Desgraciadamente, resulta que, en el modo S, cada uno de estos parámetros es poco fiable, porque:

- la dirección del modo S, según se ha dicho más arriba, puede no ser unívoca;
- el modo A, en el espacio aéreo del Modo S, es el mismo para todas las aeronaves ("código de identificación A1000"); además, este no siempre está presente en todas las respuestas (sino únicamente en algunas interrogaciones selectivas denominadas "PASOS DE LISTA" y efectuadas en el momento de inicialización de una derrota o cuando la misma no es confirmada por nuevas detecciones de radar durante cierto tiempo) y, en particular, el protocolo de adquisición del modo S tiende a restringir el número de interrogaciones de modo A hacia un vuelo;
- el indicativo de llamada es teóricamente unívoco, pero es configurado por el piloto y, por lo tanto, podría ser erróneo por un error mecanográfico. La frecuencia de tales errores es relativamente alta. Además, el indicativo de llamada no está presente en todas las respuestas;
- por último, la comparación con los mapas de reflectores es un método muy efectivo, aunque existe una dificultad objetiva práctica en la definición de un mapa suficientemente definido y en la actualización del mismo.

20 El diagrama de flujo del algoritmo antirreflejos mencionado en lo que antecede puede ser representado esquemáticamente como en la Figura 1.

Sin embargo, en la práctica, no se puede considerar que la combinación de los criterios de decisión mencionados, es decir, el resultado del algoritmo descrito, sea completamente efectiva.

25 El documento US20020180631 da a conocer un método similar en el que se lleva a cabo un análisis cinemático en las derrotas que tienen un código de modo válido para actualizar un mapa de reflectores. Sin embargo, en un entorno (espacio aéreo) de SSR de modo S, se adoptará lo que ha dado en llamarse código de identificación; es decir, todas las aeronaves equipadas con transpondedores del modo S compartirán el mismo código idéntico del modo A (A1000) para prevenir la filtración del modo A debida a la proliferación del tráfico aéreo. Por lo tanto, el algoritmo del documento US20020180631 borraría todos los vuelos de modo S.

30 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para eliminar las falsas derrotas en las detecciones de radar que resuelve los problemas y supera las deficiencias de la técnica anterior.

Es un objeto de la presente invención proporcionar medios y sistemas configurados para llevar a cabo el método objeto de la presente invención.

35 Es materia de la presente invención un método para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar de un radar como consecuencia de falsas respuestas, es decir, reflejos de respuestas contra reflectores, siendo un reflector un objeto natural o artificial distinto de un blanco aéreo, comprendiendo el radar el extractor de radar y un radar rastreador, caracterizándose el método por la ejecución de las siguientes etapas:

40 A. crear un mapa de vídeo en bruto que se extienda al área cubierta por el radar y que se subdivida en células de dimensiones predefinibles, delimitando cada célula una porción del área en la que puede estar presente un blanco aéreo, asociándose con cada célula una probabilidad de presencia de falsas respuestas en tal célula;

B. para una situación correspondiente a un barrido por parte del radar:

B0. identificar agrupaciones de respuestas, es decir, dos o más conjuntos de respuestas con cercanía mutua en acimut y distancia mayores que correspondientes valores umbral predefinidos;

5 B1. asociar a cada célula del mapa de vídeo en bruto un nivel de la potencia recibido por el radar en la correspondiente porción del área;

B2. extraer las marcas, es decir, los puntos medios de agrupaciones de respuestas que el extractor determina en caso de que un conjunto de respuestas tenga un número de respuestas mayor que un umbral predefinido;

10 B3. enviar las marcas extraídas al radar rastreador junto con dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas en las células a las que respectivamente pertenecen;

B4. calcular, por medio del radar rastreador, las derrotas relevantes a las marcas, actualizando las derrotas ya existentes en la pantalla de radar e iniciando nuevas derrotas, usando uno o más umbrales de iniciación de derrota elegidos en función de dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas calculada en la etapa B3;

15 C. con respecto a todas las derrotas de la etapa B4, determinar, por medio del radar rastreador, falsas derrotas y puntos iniciales relevantes (de hecho, el radar rastreador determina la presencia de falsas derrotas usando varios criterios, concentrándose el método de la invención en evitar iniciar falsas derrotas y no en el método particular de descubrir falsas derrotas, que pueden variar con los avances en el campo);

20 D. en función de los puntos iniciales de las falsas derrotas determinadas en la etapa C, calcular la probabilidad de presencia de dichas falsas respuestas en las células correspondientes a dichos puntos iniciales y actualizar el mapa de vídeo en bruto de la etapa A;

E. repetir las etapas B-D.

Un barrido del radar es lo que detecta la detección del radar en una cierta ventana de tiempo.

25 La definición de marca dada en B2 es la definición estándar conocida por la persona experta. Se sigue que el número de marcas no es necesariamente igual al número de agrupaciones.

Por ejemplo, en cuanto a la etapa B4, el umbral puede ser el número de marcas consecutivas correlacionadas necesarias para iniciar la derrota. Tal número puede escogerse proporcionalmente a dicha probabilidad de presencia. La persona experta entenderá cómo usar tal probabilidad de presencia con respecto a los diferentes criterios de iniciación de la derrota.

30 Preferentemente, según la invención, en la etapa B4 se usa un umbral de iniciación de derrota, que es un número predefinido de marcas consecutivas correlacionadas, siendo dicho umbral de iniciación de derrota una función creciente de dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas calculada en la etapa B3.

35 Preferentemente, según la invención, el nivel de potencia asociado a cada célula en la etapa B1 es determinado por la intensidad de la señal o las señales de respuesta dentro de la célula, calculándose dicha probabilidad de presencia para la célula en múltiples barridos de radar como:

$$E \left\{ P_{RX}^i * N_{\text{barrido con reflejo}} / P_{MAX} * N_{\text{barrido TOT}} \right\}$$

donde:

– $N_{\text{barrido con reflejo}}$ es el número de barridos de radar para los que se han determinado falsas derrotas en la célula en la etapa C;

– $N_{\text{barrido TOT}}$ es el número de los múltiples barridos de radar;

40 – P_{RX}^i indica la potencia de la señal recibida de la respuesta i ésima que cae en la célula, siendo $i = 1, \dots, k$, siendo k el número total de respuestas en la célula y depende de la extensión geográfica de la propia célula;

– P_{MAX} indica la máxima potencia que puede ser recibida de la célula;

Y donde $E\{\}$ indica una operación de promedio ejecutada en las respuestas en la célula.

Preferentemente, según la invención, dicha probabilidad de presencia en cada célula se calcula como un porcentaje de la potencia media actual almacenada en la célula P_r^n :

$$P_{fi} = b P_r^n$$

siendo b un parámetro configurable.

- 5 Preferentemente, según la invención, en la etapa B1, para cada célula, el nivel de potencia recibido en el barrido actual P_r se promedia con un nivel de potencia P_r^{n-1} ya asociado a la célula, y actualmente se asocia a la célula un valor promediado P_r^n según lo siguiente:

$$\text{Si } P_r \geq P_r^{n-1}, \text{ entonces } P_r^n = P_r.$$

$$\text{De lo contrario, } P_r^n = \alpha P_r + (1 - \alpha) P_r^{n-1}.$$

- 10 Siendo α un coeficiente de ponderación, un número real, igual para todas las células, que parametriza una "memoria" de la potencia media de la célula que afecta a los uno o más umbrales de iniciación de derrota en la etapa B4, siendo el valor α adecuado para ser establecido de antemano para satisfacer situaciones cambiantes de detección tales como la densidad del tráfico y la velocidad cambiante del entorno, y, una vez que una derrota haya sido identificada como falsa en la etapa C, el valor α será fijado en un valor diferente $\alpha_r < \alpha$ para aumentar la memoria del algoritmo de la falsa derrota.

- 15 Preferentemente, según la invención, en la etapa C, el radar rastreador determina falsas derrotas en función de uno o más criterios predefinidos, determinándose una falsa derrota cuando una derrota:

- tiene una trayectoria inestable definida por una varianza de la distancia y/o de la velocidad en acimut mayor que un umbral predefinido;
- es elegido de dos derrotas que tienen la misma dirección del modo S y maniobran a la vez, estimándose la condición de maniobra según el criterio innovador de energía del filtraje Kalman, calculando la distancia entre las dos derrotas y usando los siguientes criterios de elección:
 - si dicha distancia es mayor que un umbral de distancia predefinido, en particular la precisión del alcance de radar, se elige la derrota con la mayor distancia;
 - si no, se elige la derrota que sea la primera derrota terminada en el tiempo;
- la falsa derrota es, de las dos derrotas que tienen la misma dirección del modo S, aquella para el cual no tienen éxito las interrogaciones de paso de lista;
- es elegida por un operador, que introduce manualmente información en el radar rastreador sobre cuáles de las derrotas son falsas derrotas.

- 30 Preferentemente, según la invención, durante la etapa D, el radar rastreador comunica los puntos iniciales de las falsas derrotas individualizadas en la etapa C al extractor de radar, que lleva a cabo el cálculo de probabilidad de presencia.

- Preferentemente, según la invención, durante la etapa A, cuando se dispone del sistema ADS-B, en caso de que haya presente una marca de ADS-B que se correlacione en posición con una marca de SSR, todas las marcas restantes serán marcadas como reflejos y las células relevantes del mapa de vídeo en bruto serán marcadas con una probabilidad del 100%.

- 35 Es materia específica adicional de la presente invención un programa de ordenador caracterizado por comprender medios de código configurados para llevar a cabo, cuando funciona en un ordenador, las etapas A-E del método para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar como consecuencia de falsas respuestas, según la invención.

- 40 Es materia específica adicional de la presente invención un medio de memoria legible por ordenador, que tiene memorizado en el mismo un programa, caracterizado porque el programa es el programa de ordenador según la invención.

Es materia específica adicional de la presente invención un sistema para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar como consecuencia de falsas respuestas, caracterizado el sistema por comprender medios para ejecutar el método según la invención, comprendiendo el sistema:

- 5 – un extractor de radar, que incluye medios electrónicos configurados para llevar a cabo las etapas A, B0-B3, D;
- un radar rastreador, que incluye medios electrónicos configurados para llevar a cabo las etapas B4, C.

Ahora se describirá la invención, a título de ilustración y no a título de limitación, con base en algunas realizaciones relevantes, en las que:

- 10 – la Figura 1 muestra el diagrama de flujo que es normal para un algoritmo tradicional antirreflejos de modo S;
- la Figura 2 muestra un ejemplo de vídeo en bruto sin blanco (a) de aterrizaje y con blanco (b, c, d y d) de despegue;
- la Figura 3 muestra un ejemplo de análisis geométrico del vídeo en bruto;
- 15 – la Figura 4 muestra una primera hipótesis sobre la posición de los reflectores en el vídeo en bruto de la Figura 3;
- la Figura 5 muestra una segunda hipótesis sobre la posición de los reflectores en el vídeo en bruto de la Figura 3;
- 20 – la Figura 6 muestra una tercera hipótesis sobre la posición de los reflectores en el vídeo en bruto de la Figura 3;
- la Figura 7 muestra una actualización "RVM" en el caso de la segunda hipótesis ilustrada en la Figura 5;
- la Figura 8 muestra un ejemplo de falsas derrotas calculadas en función de la correlación temporal de las respuestas y la duración de la derrota (que evoluciona en el transcurso del tiempo sin criterio geométrico);
- 25 – la Figura 9 muestra un ejemplo de falsa derrota calculada en función de la correlación temporal y la duración de la derrota (que evoluciona en el transcurso del tiempo con el criterio geométrico que es especular a otra derrota);
- la Figura 10 muestra un diagrama de bloques en una realización del sistema según la invención;
- las Figuras 11a-n muestran la actualización del mapa RVM según el método de la invención.

En el sistema según la invención, el algoritmo de eliminación de reflejos se basa en el control de:

- 30 – dirección del modo S o el código 3A de las aeronaves, y
- la posición recíproca de las aeronaves con dirección del modo S o código 3A iguales.

Por lo tanto, el algoritmo se basa en la dirección del modo S o el código 3A, que es la única información que está presente en todas las respuestas del modo S o el código 3A. En lo que sigue se hará referencia principalmente al modo S, dado que es el estándar real del cielo europeo, pero el modo 3A es igualmente posible dentro de la invención.

La solución según la presente invención es cancelar uno de las dos derrotas según un procedimiento descrito en lo que sigue.

Más en detalle, la solución propuesta es usar el vídeo en bruto transformado en su forma digital, junto con un conjunto de reglas de decisión predefinidas para cargar automáticamente un mapa de reflectores.

- 40 Tal algoritmo, además, podrá integrar los informes de ADS-B para individualizar la posición real del blanco y construir automáticamente (y mantener actualizado) el mapa de reflectores.

En aras de la completitud de la explicación, la ADS-B, vigilancia dependiente automática – radiodifusión, es una técnica cooperativa para el control del tráfico aéreo (ATC) particularmente útil para la identificación de aeronaves y vehículos en los terrenos del aeropuerto desde el punto de vista de la gestión del tráfico en el aeropuerto y para evitar posibles colisiones en ausencia de visibilidad o de congestión del tráfico. Cada aeronave está dotada de un transpondedor de modo S que es capaz de calcular su propia posición de GPS y de enviarla periódicamente por el éter, de modo que receptores especiales de la tipología ADS-B puedan identificar la posición del blanco transmisor.

Las respuestas enviadas por cada aeronave dentro de la ventana de tiempo de observación definida por la abertura acimutal de la antena son integradas (correlacionadas) en acimut para definir lo que se denomina “marca” (detección), lo que corresponde a la posición de un posible blanco en un cierto instante de tiempo.

5 Las secuencias temporales de las marcas que muestran una correlación geométrica que se atienen a ciertos principios cinemáticos se agregan en lo que denomina “derrotas”, que se presentan en el vídeo del controlador como símbolos situados en ciertos puntos (a los que se asocia información cinemática y de identidad).

La Figura 2 representa el caso de reflejos conectados a la presencia de un hangar y una torre en un sitio operativo.

10 Las líneas blancas del dispositivo de visualización de RMM (“monitor de mantenimiento de radar”) representan las respuestas a LLAMADA GENERAL (en el estándar del modo S, las respuestas no se direccionan y, en este caso, son denominadas “LLAMADA GENERAL”, o son selectivas, y en este caso se denominan “PASO DE LISTA”) recibidas por el radar procedentes de las aeronaves que despegan (según el Anexo 10 de la OACI, Vol. IV); una aeronave en el suelo no debería emitir respuestas a LLAMADA GENERAL, pero incluso en este caso, como para la dirección del modo S y el indicativo de llamada, hay muchos casos en los que no se respeta del todo el estándar internacional, dado que las respuestas del modo S son más largas que las convencionales y, con respecto a ellas, 15 transportan una mayor aportación energética (modulación PPM (“modulación por posición de impulsos”) en lugar de modulación de amplitud), la presencia de tantas respuestas en un entorno complejo como un aeropuerto implica serias degradaciones del rendimiento global del sensor). Dicho sea de paso, un solo blanco a la espera en la pista de despegue genera muchas respuestas (Figura 2 (c)) que son absolutamente falsas y frecuentemente generan marcas y, en algunos casos, falsas derrotas.

20 El algoritmo propuesto analizará la aportación de información de las respuestas (en el ámbito del vídeo en bruto; es decir, antes del proceso de la extracción de las marcas) con el fin de calcular la posición de los reflectores. La presencia de informes de ADS-B, si se dispone de ellos, permitirá facilitar el proceso de análisis; si no, se efectuará un análisis geométrico de la distribución de las respuestas y se lo comparará con la marca o las marcas extraídas por el sensor radar. La posibilidad de correlacionar en el tiempo el movimiento de las marcas, su lugar de origen y la 25 duración media de las derrotas generadas por ellas permitirán comprender si la marca es relevante para un reflejo o no.

En el caso de que se tome la decisión de “reflejo”, se actualiza automáticamente un mapa de reflectores para evitar la habilitación de la inicialización de la derrota en esa zona.

30 La primera etapa del procedimiento según la invención es la identificación geométrica de “agrupaciones” que tienen la misma dirección del modo S; es decir, conjuntos de respuestas que están próximas entre sí en acimut y distancia, según un criterio geométrico predefinible (Figura 2).

Subsiguientemente, las agrupaciones serán asociadas con las marcas que tengan la misma dirección del modo S (Figura 3), porque, claramente, aquí se procede a la identificación de una aeronave real entre derrotas que tienen la misma dirección del modo S; si no, la distinción es inmediata.

35 Las agrupaciones así encontradas son documentadas en un mapa (mapa de vídeo en bruto, RVM) que está subdividido en células de dimensiones predefinibles, delimitando cada una una zona en la que puede estar presente el blanco. Por lo tanto, el mapa proporciona una localización espacial de todas las respuestas del blanco. A cada célula se asociará un parámetro del nivel de energía que se determina por la intensidad de la o las señales de réplica dentro de la misma célula.

40 Las derrotas que aparecen en una célula serán analizadas en función de la evolución cinética de las derrotas. Los criterios pueden ser, por ejemplo, los siguientes:

- una derrota que evolucione en el tiempo de forma aleatoria sin criterio geométrico: esta será una falsa derrota (véase el caso de la Figura 8);
- una derrota que evolucione en el tiempo con un criterio geométrico que sea especular a otra derrota: 45 en tal caso, la derrota más corta es la falsa.

El criterio también puede ser una entrada manual por parte del operador. La célula será actualizada en consonancia. En el ejemplo de la Figura 3, los dos grupos de respuestas 1 y 3 generan dos correspondientes marcos, una verdadera y otra falsa. El grupo de respuestas 2, en cambio, no genera ninguna marca. En este ejemplo, se supone que la marca generada por el grupo de respuestas 1 será representativo de una aeronave real.

50 El algoritmo tendrá en cuenta todas las posibilidades; es decir:

- hipótesis 1 (Figura 4): la marca generada por el grupo de respuestas 1 es la verdadera;
- hipótesis 2 (Figura 5): la marca generada por el grupo de respuestas 3 es la verdadera;

- hipótesis 3 (Figura 6) las dos marcas son verdaderas.

Con referencia a la Figura 7, en consecuencia del análisis anteriormente mencionado, se actualizará el mapa RVM mencionado más arriba y se asociará con cada una de sus células la siguiente información:

- probabilidad de presencia de un reflector;
- 5 – posición de origen del reflejo.

La aportación probabilística se obtendrá, por ejemplo, usando la proporción siguiente:

$$E \left\{ P_{RX}^i * N_{\text{barrido con reflejo}} / P_{MAX} * N_{\text{barrido TOT}} \right\}$$

donde

- $N_{\text{barrido con reflejo}}$ es la cantidad de barridos durante la cual ocurren extracciones de respuestas;
- $N_{\text{barrido TOT}}$ es la cantidad total de barridos;
- 10 – P_{RX}^i indica la potencia de la señal recibida en la respuesta i ésima que cae en la célula, siendo $i = 1, \dots, k$, siendo k el número total de respuestas en la célula y depende de la extensión geográfica de la propia célula;
- P_{MAX} indica la máxima potencia que puede ser obtenida desde esa distancia (el “control de tiempo de sensibilidad”, STC, es corregido por el extractor; por lo tanto, no será preciso configurar el sistema según la invención para tenerlo en cuenta);
- 15 – $E \{ \}$ indica la operación de promedio efectuada en las respuestas en una célula particular.

Al hacerlo así, la probabilidad de que haya un reflejo en esa célula es determinada tanto por el número de reflejos detectados como por la potencia media de las señales recibidas en esa célula. Por lo tanto, por ejemplo, si en 10 barridos se detecta 1 reflejo y la potencia media de la señal recibida es igual a la potencia máxima que puede obtenerse desde esa distancia, la probabilidad de que haya otro reflejo será del 10%. En cambio, si en los mismos 10 barridos se detecta un reflejo, pero este ha sido generado por señales muy débiles con respecto al máximo obtenible teóricamente, la probabilidad será menor. La introducción de un coeficiente de ponderación que esté ligado a la potencia media de la señal permite compensar los efectos debidos a un doble reflejo sin desequilibrar el algoritmo hacia decisiones de cancelación excesiva y, además, proporciona un nivel de adaptabilidad a reflectores móviles cuyos desplazamientos sean comparables al tiempo de observación (por ejemplo: una grúa móvil, árboles movidos por el viento, etc.).

El número total de barridos será suficientemente mayor que el tiempo de permanencia de una aeronave en la pista como para descorrelacionar las observaciones (por ejemplo, $N_{\text{barrido TOT}} = 250$ barridos).

El algoritmo según la invención tendrá en cuenta esta probabilidad para evitar la inicialización de una derrota que se origine en una célula con una probabilidad elevada de falsas alarmas, o para demorar tal inicialización.

La posición de origen del reflejo será evaluada en función de la hipótesis supuesta; en el caso de la Figura 3, será la correspondiente a la hipótesis 1. Obviamente, los mapas de RVM se convierten, por lo tanto, en N, indicando N el número de hipótesis practicables que parten de la situación geométrica inicial.

Esta es una importante ventaja de la presente invención, que permite mantener únicamente las derrotas verdaderas y, a la vez, tener en cuenta las falsas para la actualización del mapa RVM, actualización que permitirá un mejor reconocimiento de las derrotas subsiguientes.

En el caso de que se disponga del sistema ADS-B, entonces la aeronave envía la posición y esto permite identificar inmediatamente las agrupaciones generadas por reflejo y, por lo tanto, actualizar inmediatamente el mapa. Hay que recordar aquí que la ADS-B es un sistema alternativo al radar secundario; depende del sistema GPS, con todos sus correspondientes inconvenientes.

En caso de que haya presente una marca de ADS-B que se correlacione en posición con una marca de SSR, todas las marcas restantes serán marcadas como reflejos y las células relevantes del mapa RVM serán marcadas con una probabilidad del 100%.

Por lo tanto, la presencia de una marca de ADS-B elimina todos los mapas RVM de la hipótesis descartada; por lo tanto, de hecho, simplifica muchísimo la implementación y el impacto del cálculo del algoritmo según la invención. El SIR-S extrae el informe de ADS-B.

5 Por última la salida del rastreador operativo será proyectada en los mapas y, en función de un conjunto predefinido de reglas (derrotas que evolucionan de manera aleatoria/especular, etc.), se decidirá si la derrota fue un reflejo o no.

10 En el ejemplo de la Figura 8, un objeto que se encuentre en la pista de rodaje genera reflejos. Dado que la estimación de velocidad de un vehículo parado está sujeta a errores muy altos, el filtro que inhibe la inicialización de nuevas derrotas se basa en que la mínima velocidad no se vuelve operativa y se genera una derrota que sigue un recorrido aleatorio (regla del recorrido aleatorio). Después, sale del área de reflejo, pierde aportaciones de respuestas y la marca muere. La longevidad de la derrota, medida en un número de barridos, y la aleatoriedad cinemática serán indicadores de una derrota reflejada.

En el ejemplo de la Figura 9, en vez de ello, un blanco volador efectúa una maniobra, pero un reflector genera un blanco que tiene características cinemáticas especulares o casi especulares.

15 Aun en este caso, la derrota reflejada terminará después de algunos barridos; es decir, tan pronto como las condiciones de reflexión se vuelvan carentes debido al movimiento de la aeronave. El análisis del recorrido de la derrota con respecto al original será un indicador de la presencia de una derrota reflejada (la falsa derrota se extinguirá antes por sí sola).

20 Aquí también, el informe de ADS-B permitirá distinguir inequívocamente el blanco verdadero del falso. Está claro que el sistema de la presente invención se aplicará convenientemente al caso en el que los informes de ADS-B no siempre estén disponibles; si no, el reconocimiento es inequívoco.

La comparación entre el RVM y las observaciones “basadas en reglas” en las derrotas permitirá la identificación del reflejo y la cancelación del mismo, o indica que aborda la derrota reflejada (la flecha roja en la Figura 10).

Ejemplo detallado

Este ejemplo describe las etapas operativas del método según la invención en un escenario realista.

25 **3.1 Descripción del RVM: Definición del escenario**

Se bosqueja el escenario desde el “punto de vista del radar”; por lo tanto, en lo que sigue se describe una salida del extractor de radar para varios barridos. La salida del rastreador está descrita en términos de derrotas, dando por sentado que:

- 30
- el umbral de iniciación de derrota está fijado en 2 (se necesitan dos marcas para iniciar una derrota estable);
 - el umbral de terminación de la derrota está fijado en 2 (dos ausencias consecutivas para terminar una derrota).

Los resultados ejemplares durante las etapas de reconocimiento del radar (que son dados como entrada al método de la invención) son los siguientes:

35 Barrido de radar 0: Se activa la radiación del radar;

Barrido de radar 1: El radar extrae dos marcas “reales” (concretamente, P_A^1 y P_B^1); es decir, dos marcas generadas por la detección de los blancos reales A, B;

Barrido de radar 2: El radar extrae dos marcas “reales” (concretamente, P_A^2 y P_B^2), de nuevo generadas por la detección de los blancos reales A, B.

40 Barrido de radar 3: El radar extrae tres marcas (concretamente, P_A^3 , P_B^3 y P_{AR}^3). P_{AR}^3 es la marca generada por un reflector tras la recepción de la señal procedente del blanco A.

Barridos de radar 4, 5, 6: El radar extrae tres marcas, correlacionadas todas desde un punto de vista cinemático y, por lo tanto, creando una derrota.

Barridos de radar 7, 8: El radar extrae solo dos marcas.

Barrido de radar 9: El rastreador termina la derrotada dada por la secuencia de marcas P_{AR} informando al extractor de radar de que era una falsa derrotada (es decir, coincidía con uno de los criterios de identificación de falsas derrotas).

La siguiente tabla resume el procedimiento con los resultados del ejemplo.

Barrido de radar	Salida de marcas	Salida del rastreador
Barrido de radar 0	Sin marcas	Sin derrotas
Barrido de radar 1	P_A^1 y P_B^1	Sin derrotas
Barrido de radar 2	P_A^2 y P_B^2	Sin derrotas
Barrido de radar 3	P_A^3 , P_B^3 y P_{AR}^3	T_A y T_B
Barrido de radar 4	P_A^4 , P_B^4 y P_{AR}^4	T_A y T_B
Barrido de radar 5	P_A^5 , P_B^5 y P_{AR}^5	T_A , T_B y T_{AR}
Barrido de radar 6	P_A^6 , P_B^6 y P_{AR}^6	T_A , T_B y T_{AR}
Barrido de radar 7	P_A^7 y P_B^7	T_A , T_B y T_{AR}
Barrido de radar 8	P_A^7 y P_B^7	T_A , T_B y T_{AR}
Barrido de radar 9	P_A^7 y P_B^7	T_A y T_B
Barrido de radar 10	P_A^7 y P_B^7	T_A y T_B
Barrido de radar 11	P_A^7 y P_B^7	T_A y T_B

Tabla 1

3.2 Descripción del RVM: Tamaño del RVM

Se describe ahora la creación y la actualización del mapa RVM según la invención.

5 Representemos la evolución de los mapas RVM en los barridos mencionados anteriormente. En las Figuras 11a-11n, únicamente en aras de la sencillez del dibujo, el RVM es representado como una matriz de 3x3. En casos reales representaría todo el espacio aéreo cubierto por el radar; por lo tanto, suponiendo un alcance de 256 millas náuticas (MN) de 360° con una resolución de distancia de $R_r = 30$ m y una codificación acimutal de 12 bits ($2^{12} = 4096$), el RVM tendría:

- $256 \cdot 1852 / R_r$ filas, siendo 1852 el factor de conversión de MN a metros;
- 2^{12} columnas, representando cada columna un paso acimutal de 0,08°.

10 Dado que los reflectores pueden cambiar de posición o desaparecer (grúas móviles, condiciones medioambientales debidas a la nieve), se necesita un algoritmo que permita al RVM “olvidar” (que también se denomina “descarga del RVM”) la posición de las falsas derrotas.

Esto se logra promediando el valor de la potencia recibida de la agrupación que ha de ser almacenado en cada célula del RVM con el ya presente en la célula. Es decir, siendo:

- 15
- P_r^{n-1} el valor de potencia almacenado en la célula iésima del RVM y relevante a los barridos hasta $n-1$;
 - P_r el valor de potencia para la agrupación recibido en el barrido actual en la célula iésima;
 - P_r^n el valor de potencia almacenado en el RVM en el barrido actual en la célula iésima;

Entonces se realiza lo siguiente:

$$\text{Si } P_r \geq P_r^{n-1} \rightarrow P_r^n = P_r.$$

$$\text{De lo contrario, } P_r^n = \alpha P_r + (1 - \alpha) P_r^{n-1}.$$

20 Obsérvese que un valor α (<1) determina la “memoria” del método según la invención en torno a la potencia media de la célula que influye en la probabilidad de iniciación de falsas derrotas. El valor α es configurable para satisfacer la densidad del tráfico, la velocidad cambiante del entorno, etc.

25 La siguiente tabla da los resultados en un caso específico para $\alpha = 0,4$ cuando se recibe una señal al 20% y luego al 30% en la célula iésima (barridos 3 a 5 y 12 a 16). Los valores se dan como un porcentaje del valor de la potencia máxima (normalmente 22 dbm). La tabla también incluye un valor α_r cuyo significado se describe en el párrafo siguiente.

α 0,40

α_r 0,01

Barrido	P_r	P_r^{n-1}	P_r^n
1	0,00%	0%	0,00%
2	0,00%	0%	0,00%
3	20,00%	0%	20,00%
4	20,00%	20%	20,00%
5	20,00%	20%	20,00%
6	0,00%	20%	12,00%
7	0,00%	12%	7,20%

8	0,00%	7%	4,32%
9	0,00%	4%	2,59%
10	0,00%	3%	1,56%
11	0,00%	2%	0,93%
12	30,00%	1%	30,00%
13	30,00%	30%	30,00%
14	30,00%	30%	30,00%
15	30,00%	30%	30,00%
16	30,00%	30%	30,00%
17	0,00%	30%	18,00%
18	0,00%	18%	10,80%

Tabla 2

3.3 Descripción del RVM: Comunicación de falsas derrotas

5 En el escenario anteriormente mencionado, hemos supuesto que una falsa derrota se inicia y se termina en la misma célula. Por supuesto, no siempre será así en la aplicación a la vida real. Por lo tanto, según la invención, en la aplicación a la vida real el radar rastreador informará al sistema sobre la posición de “iniciación” de una derrota que ha sido identificada como falsa (y posiblemente incluso la serie de células cruzadas por la falsa derrota); es decir, que coincide con los criterios de identificación de falsas derrotas.

10 Una vez que una derrota ha sido identificada como falsa, el rastreador comunicará esta incidencia al sistema según la invención junto con su posición de iniciación y la correspondiente célula será marcada como “probable que origine falsas derrotas”. A partir de este momento, el valor α será fijado en un valor α_r diferente. Obsérvese que normalmente es $\alpha_r < \alpha$ para aumentar la memoria del algoritmo de la falsa derrota.

La siguiente tabla ilustra la diferencia cuando se aplica a la célula el nuevo valor α_r . Obsérvese que el tiempo de “decaimiento” de la potencia media es mayor que antes.

α 0,40

α_r 0,01

Barrido	P_r	P_r^{n-1}	P_r^n
1	0,00%	0%	0,00%
2	0,00%	0%	0,00%
3	20,00%	0%	20,00%
4	20,00%	20%	20,00%
5	20,00%	20%	20,00%
6	0,00%	20%	12,00%
7	0,00%	12%	7,20%
8	0,00%	1%	4,32%
9	0,00%	4%	2,59%
10	0,00%	3%	1,56%

11	0,00%	2%	0,93%
12	30,00%	1%	30,00%
13	30,00%	30%	30,00%
14	30,00%	30%	30,00%
15	30,00%	30%	30,00%
16	30,00%	30%	30,00%
17	0,00%	30%	18,00%
18	0,00%	18%	10,80%
19	0,00%	11%	10,69%
20	0,00%	11%	10,59%
21	0,00%	11%	10,48%
22	0,00%	10%	10,37%
23	0,00%	10%	10,27%
24	0,00%	10%	10,17%
25	0,00%	10%	10,07%
26	0,00%	10%	9,97%
27	0,00%	10%	9,87%
28	0,00%	10%	9,77%
29	0,00%	10%	9,67%
30	0,00%	10%	9,57%

Tabla 3

3.4 Descripción del RVM: Puesta de la célula a cero

La célula es “puesta a cero”, es decir, marcada nuevamente como “improbable que origine falsas derrotas”, cuando el valor de la potencia media disminuye hasta 0. La siguiente tabla ilustra este procedimiento (las filas pueden ser consideradas la parte final de la tabla anterior, que ha sido cortada con fines ilustrativos):

5

767	0,00%	0%	0,01%
768	0,00%	0%	0,01%
769	0,00%	0%	0,01%
770	0,00%	0%	0,01%
771	0,00%	0%	0,01%
772	0,00%	0%	0,01%
773	0,00%	0%	0,01%
774	0,00%	0%	0,01%
775	0,00%	0%	0,01%
776	0,00%	0%	0,01%
777	0,00%	0%	0,01%
778	0,00%	0%	0,01%

779	0,00%	0%	0,01%
780	0,00%	0%	0,01%
781	0,00%	0%	0,01%
782	0,00%	0%	0,00%
783	0,00%	0%	0,00%
784	0,00%	0%	0,00%
785	0,00%	0%	0,00%
786	0,00%	0%	0,00%
787	0,00%	0%	0,00%
788	0,00%	0%	0,00%
789	0,00%	0%	0,00%

Tabla 4

3.5 Descripción del RVM: Probabilidad de falsa derrota

5 Por último, cada vez que se envía al rastreador una nueva marca, el sistema según la invención comprueba si la célula relevante tiene probabilidad de originar falsas derrotas y, si es así, informa al rastreador para que tenga esto en cuenta.

El rastreador aumentará entonces los umbrales de iniciación para esa marca particular para evitar la creación de falsas derrotas.

La probabilidad se calcula como un porcentaje de la potencia media almacenada en la célula:

$$P_{ft} = bP_r^n$$

siendo *b* un parámetro configurable.

10 **3.6 Comportamiento del sistema en el escenario**

Las Figuras 11a-11n resumen la evolución en el tiempo de la matriz de 3x3 del RVM como consecuencia del escenario descrito más arriba.

15 En el barrido 1 (Figura 11a) no hay ninguna marca, en el barrido 2 (Figura 11b) P_A^1 y P_B^1 son las marcas extraídas, que persisten hasta el (último) barrido 11 (Fig. 11n). En el barrido 4 aparece la marca P_{AR}^3 y persiste hasta el barrido 6 (Figura 11g), cuando se averigua que la derrota generada por tal marca es una falsa derrota.

Del barrido 7 (Figura 11h) en adelante, la potencia de la tercera marca P_{AR}^3 disminuye (o, en general, varía), de modo que en el barrido 9 solo se inicializan las marcas relevantes a los blancos A y B, recordando el hecho de que en la célula (1, 3) apareció una falsa derrota (C), según la descripción anterior.

20 La aportación innovadora del algoritmo según la invención radica en la técnica de análisis propuesta: de hecho, no se basa únicamente en la comparación de respuestas, según lo que hacen los procesos de extracción que se usan normalmente en los sensores de radar, ni en la única correlación “barrido a barrido”, según lo que hacen los algoritmos de seguimiento, sino en la información global derivada del proceso de extracción/rastreo. Además, también se integra la aportación de la ADS-B, si está presente. Por lo tanto, el algoritmo es transversal con respecto a la arquitectura tradicional de los sistemas de radar y representa la aplicación de una metodología más general de
25 caracterización del entorno circundante.

Volviendo al método del documento US20020180631 anteriormente mencionado, aun descuidando el problema de cancelar las derrotas de aeronaves relevantes al modo S con el mismo código de identificación, tal método se basa en la estimación de la posición física del reflector. Sin embargo, una estimación realizada en función de un único evento de detección relevante a un blanco real con respecto a un reflector sería diferente de una estimación de otro
30 evento generado por el mismo reflector pero relevante a otro blanco real, debido a las diferentes posiciones reales de los blancos reales. Por lo tanto, hay mucha incertidumbre sobre la posición del reflector, dificultando una

5 prevención efectiva de falsas derrotas. Por eso, la presente invención no intenta estimar la posición real de los reflectores, sino que se concentra en la determinación de la probabilidad de que haya falsas derrotas dentro de una zona (célula) predeterminada, con independencia de dónde esté situado realmente el reflector. Esto tiene la ventaja de una monitorización dinámica (y luego la cancelación) de falsas derrotas dentro de lapsos temporales breves en el caso de que haya que monitorizar tráfico aéreo limitado. De hecho, el método de la técnica anterior no logra calcular rápidamente la posición del reflector cuando solo ocurren pocos reflejos (aeropuertos pequeños).

Se han descrito las realizaciones preferentes y se han sugerido algunas modificaciones de esta invención, pero debería entenderse que los expertos en la técnica pueden realizar variaciones y cambios sin apartarse por ello del alcance relacionado de protección, definido por las siguientes reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar de un radar como consecuencia de falsas respuestas, es decir, reflejos de respuestas contra reflectores, siendo un reflector un objeto natural o artificial distinto de un blanco aéreo, comprendiendo el radar el extractor de radar y un radar rastreador, caracterizándose el método por la ejecución de las siguientes etapas:
- 5
- A. crear un mapa de vídeo en bruto que se extienda al área cubierta por el radar y que se subdivida en células de dimensiones predefinibles, delimitando cada célula una porción del área en la que puede estar presente un blanco aéreo, asociándose con cada célula una probabilidad de presencia de falsas respuestas en tal célula;
- 10
- B. para una situación correspondiente a un barrido por parte del radar:
- B0. identificar agrupaciones de respuestas, es decir, dos o más conjuntos de respuestas con cercanía mutua en acimut y distancia mayores que correspondientes valores umbral predefinidos;
- B1. asociar a cada célula del mapa de vídeo en bruto un nivel de la potencia recibido por el radar en la correspondiente porción del área;
- 15
- B2. extraer las marcas, es decir, los puntos medios de agrupaciones de respuestas que el extractor determina en caso de que un conjunto de respuestas tenga un número de respuestas mayor que un umbral predefinido;
- B3. enviar las marcas extraídas al radar rastreador junto con dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas en las células a las que respectivamente pertenecen;
- 20
- B4. calcular, por medio del radar rastreador, las derrotas relevantes a las marcas, actualizando las derrotas ya existentes en la pantalla de radar e iniciando nuevas derrotas, usando uno o más umbrales de iniciación de derrota elegidos en función de dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas calculada en la etapa B3;
- 25
- C. con respecto a todas las derrotas de la etapa B4, determinar, por medio del radar rastreador, falsas derrotas y puntos iniciales relevantes;
- D. en función de los puntos iniciales de las falsas derrotas determinadas en la etapa C, calcular la probabilidad de presencia de dichas falsas respuestas en las células correspondientes a dichos puntos iniciales y actualizar el mapa de vídeo en bruto de la etapa A;
- 30
- E. repetir las etapas B-D.
2. Un método según la reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa B4 se usa un umbral de iniciación de derrota, que es un número predefinido de marcas consecutivas correlacionadas, siendo dicho umbral de iniciación de derrota una función creciente de dicha probabilidad de presencia de falsas respuestas calculada en la etapa B3.
- 35
3. Un método según cualquier reivindicación 1 o 2 caracterizado porque el nivel de potencia asociado a cada célula en la etapa B1 es determinado por la intensidad de la señal o las señales de respuesta dentro de la célula, calculándose dicha probabilidad de presencia para la célula en múltiples barridos de radar como:

$$E \left\{ P_{RX}^i * N_{\text{barrido con reflejo}} / P_{MAX} * N_{\text{barrido TOT}} \right\}$$

donde:

- 40
- $N_{\text{barrido con reflejo}}$ es el número de barridos de radar para los que se han determinado falsas derrotas en la célula en la etapa C;
 - $N_{\text{barrido TOT}}$ es el número de los múltiples barridos de radar;
 - P_{RX}^i indica la potencia de la señal recibida de la respuesta iésima que cae en la célula, siendo $i = 1, \dots, k$, siendo k el número total de respuestas en la célula y depende de la extensión geográfica de la propia célula;

- P_{MAX} indica la máxima potencia que puede ser recibida de la célula;

Y donde $E\{\}$ indica una operación de promedio ejecutada en las respuestas en la célula.

4. Un método según cualquier reivindicación 1-3 caracterizado porque dicha probabilidad de presencia en cada célula se calcula como un porcentaje de la potencia media actual almacenada en la célula P_r^n :

$$P_{fi} = b P_r^n$$

5 siendo b un parámetro configurable.

5. Un método según cualquier reivindicación 1-4 caracterizado porque, en B1, para cada célula, el nivel de potencia recibido en el barrido actual P_r se promedia con un nivel de potencia P_r^{n-1} ya asociado a la célula, y actualmente se asocia a la célula un valor promediado P_r^n según lo siguiente:

$$\text{Si } P_r \geq P_r^{n-1}, \text{ entonces } P_r^n = P_r.$$

$$\text{De lo contrario, } P_r^n = \alpha P_r + (1 - \alpha) P_r^{n-1}.$$

10 Siendo α un coeficiente de ponderación, un número real, igual para todas las células, que parametriza una "memoria" de la potencia media de la célula que afecta a los uno o más umbrales de iniciación de derrota en la etapa B4, siendo el valor α adecuado para ser establecido de antemano para satisfacer situaciones cambiantes de detección tales como la densidad del tráfico y la velocidad cambiante del entorno, y, una vez que una derrota haya sido identificada como falso en la etapa C, el valor α será fijado en un valor diferente $\alpha_r < \alpha$ para aumentar la memoria del algoritmo de la falsa derrota.

- 15 6. Un método según cualquier reivindicación 1 a 5 caracterizado porque, en la etapa C, el radar rastreador determina falsas derrotas en función de uno o más criterios predefinidos, determinándose una falsa derrota cuando una derrota:

- tiene una trayectoria inestable definida por una varianza de la distancia y/o de la velocidad en acimut mayor que un umbral predefinido;
- 20 - es elegido de dos derrotas que tienen la misma dirección del modo S y maniobran a la vez, estimándose la condición de maniobra según el criterio innovador de energía del filtraje Kalman, calculando la distancia entre las dos derrotas y usando los siguientes criterios de elección:
 - o si dicha distancia es mayor que un umbral de distancia predefinido, en particular la precisión del alcance de radar, se elige la derrota con la mayor distancia;
 - 25 o si no, se elige la derrota que sea la primera derrota terminada en el tiempo;
- la falsa derrota es, de las dos derrotas que tienen la misma dirección del modo S, aquella para el cual no tienen éxito las interrogaciones de paso de lista;
- es elegida por un operador, que introduce manualmente información en el radar rastreador sobre cuáles de las derrotas son falsas derrotas.

- 30 7. Un método según cualquier reivindicación 1 a 6 caracterizado porque, durante la etapa D, el radar rastreador comunica los puntos iniciales de las falsas derrotas individualizadas en la etapa C al extractor de radar, que lleva a cabo el cálculo de probabilidad de presencia.

- 35 8. Un método según cualquier reivindicación 1 a 7 caracterizado porque, durante la etapa A, cuando se dispone del sistema ADS-B, en caso de que haya presente una marca de ADS-B que se correlacione en posición con una marca de SSR, todas las marcas restantes serán marcadas como reflejos y las células relevantes del mapa de vídeo en bruto serán marcadas con una probabilidad del 100%.

- 40 9. Un programa de ordenador caracterizado por comprender medios de código configurados para llevar a cabo, cuando funciona en un ordenador, las etapas A-E del método para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar como consecuencia de falsas respuestas, según cualquier reivindicación 1-8.

- 5
10. Un soporte de memoria legible por ordenador, que tiene memorizado en el mismo un programa, caracterizado porque el programa es el programa de ordenador según la reivindicación 9.
 11. Un sistema para eliminar falsas derrotas de SSR de modo S o código 3A en una pantalla de radar creadas por un extractor de radar como consecuencia de falsas respuestas, caracterizado el sistema por comprender medios para ejecutar el método según cualquier reivindicación 1-8, comprendiendo el sistema:
 - un extractor de radar, que incluye medios electrónicos configurados para llevar a cabo las etapas A, B0-B3, D;
 - un radar rastreador, que incluye medios electrónicos configurados para llevar a cabo las etapas B4, C.

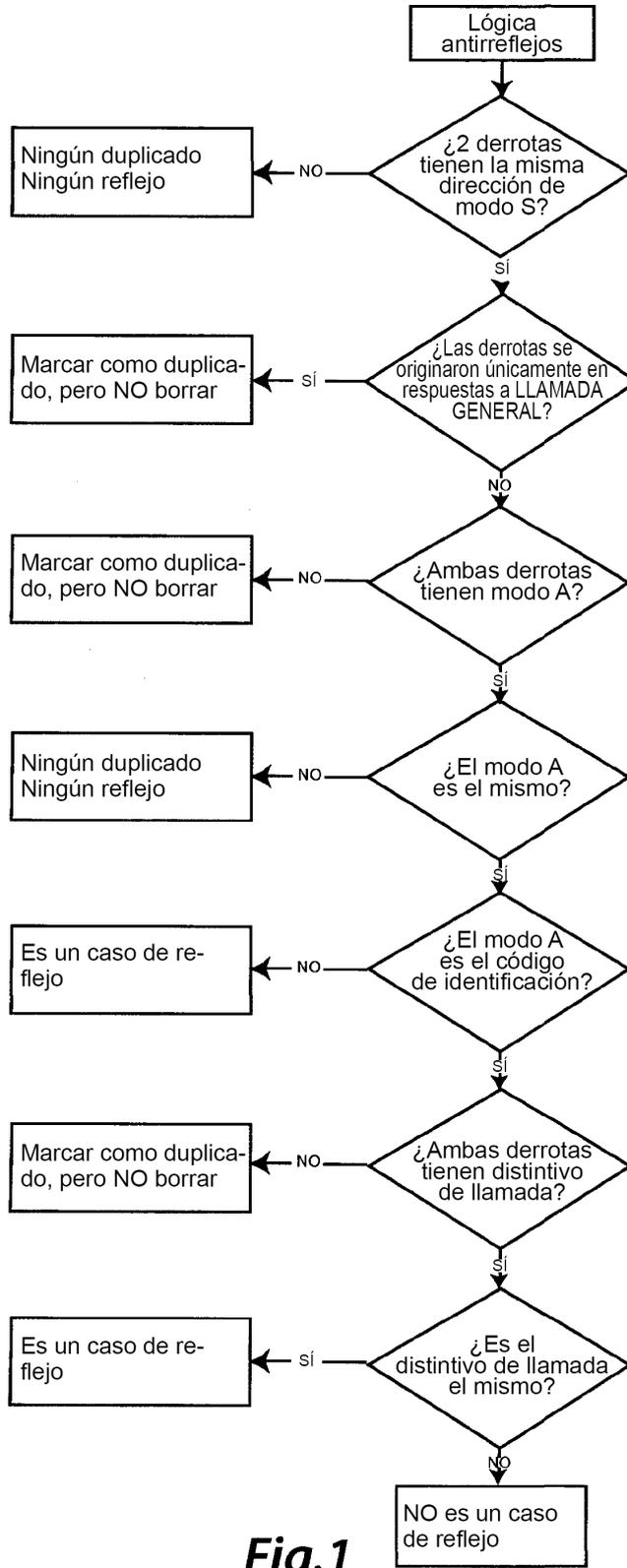
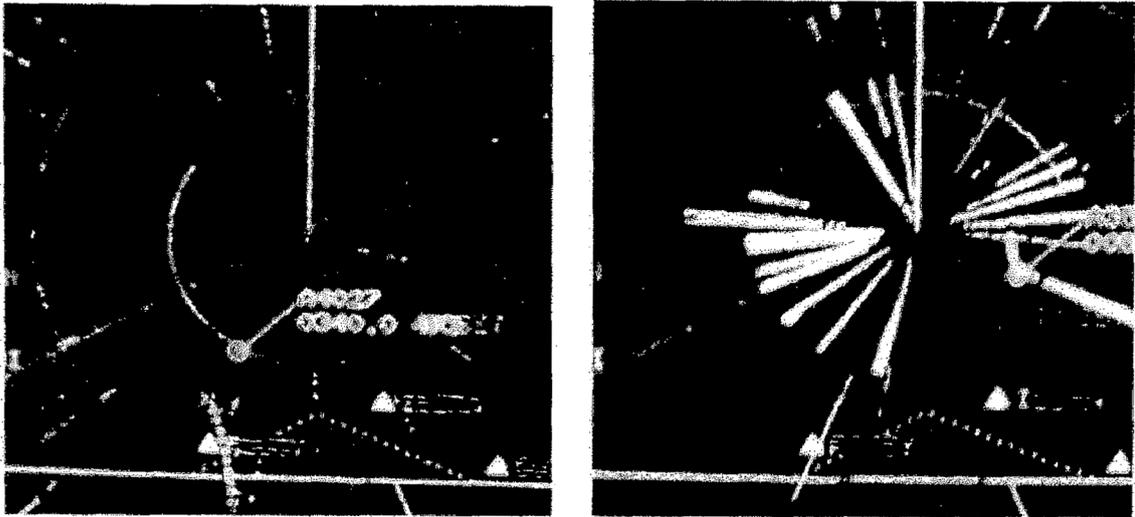
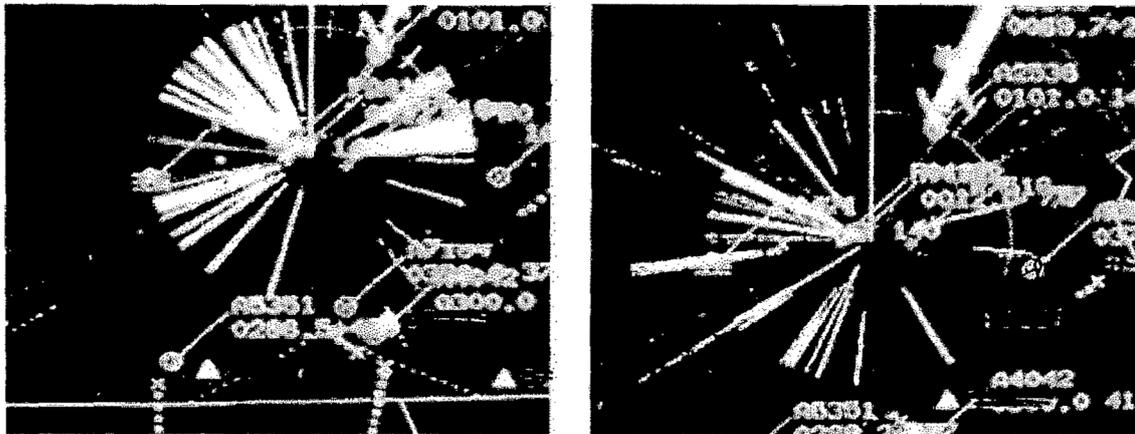


Fig.1



(a)

(b)



(c)

(d)

Fig.2

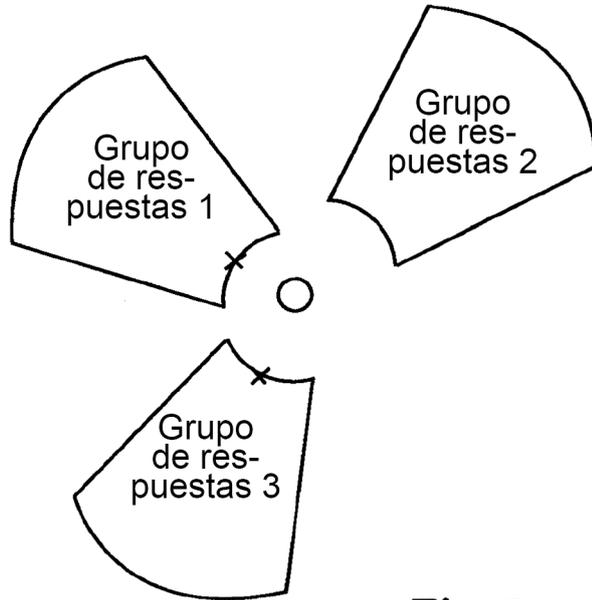


Fig.3

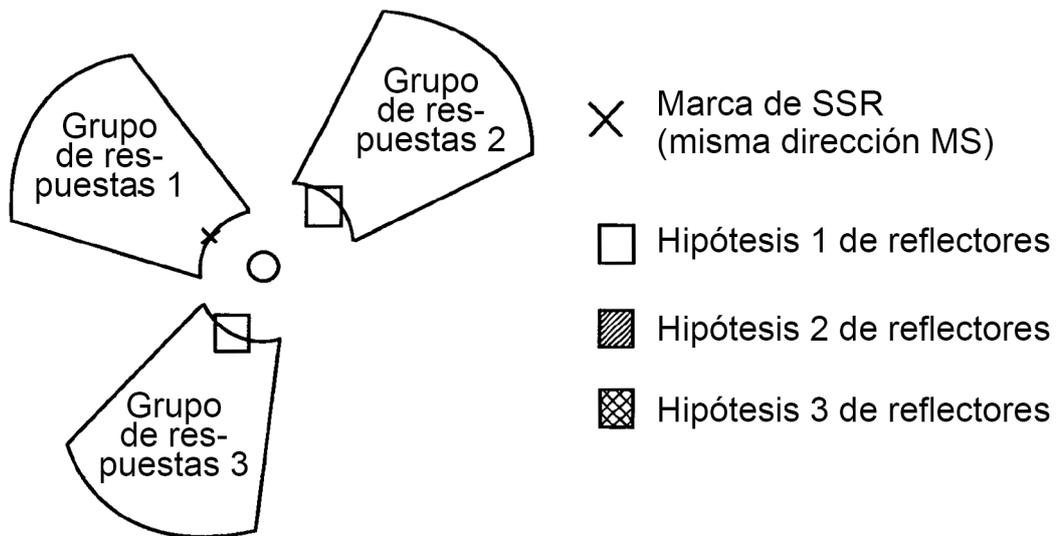


Fig.4

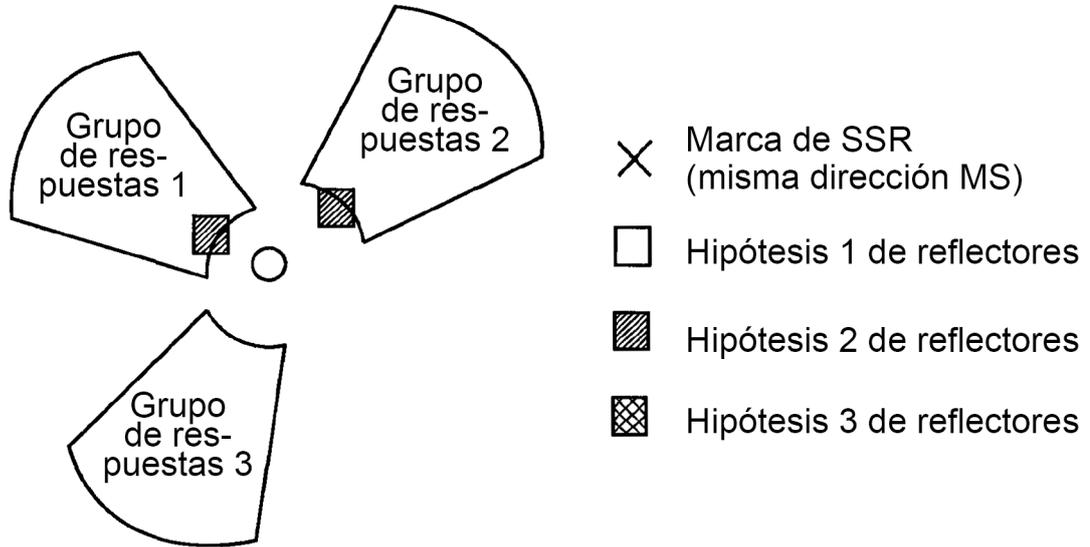


Fig.5

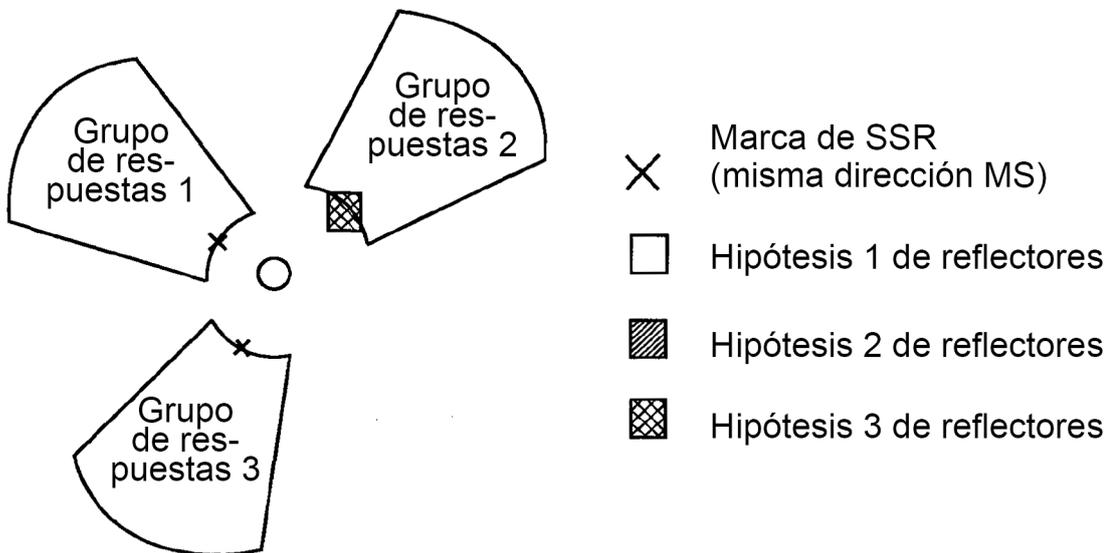


Fig.6


 Estimación probabilística de la posición del reflector

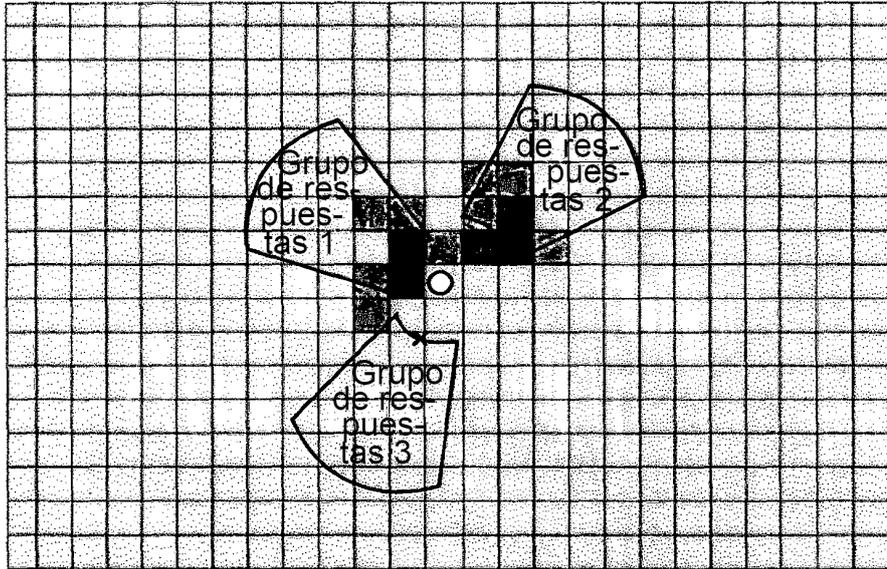


Fig.7

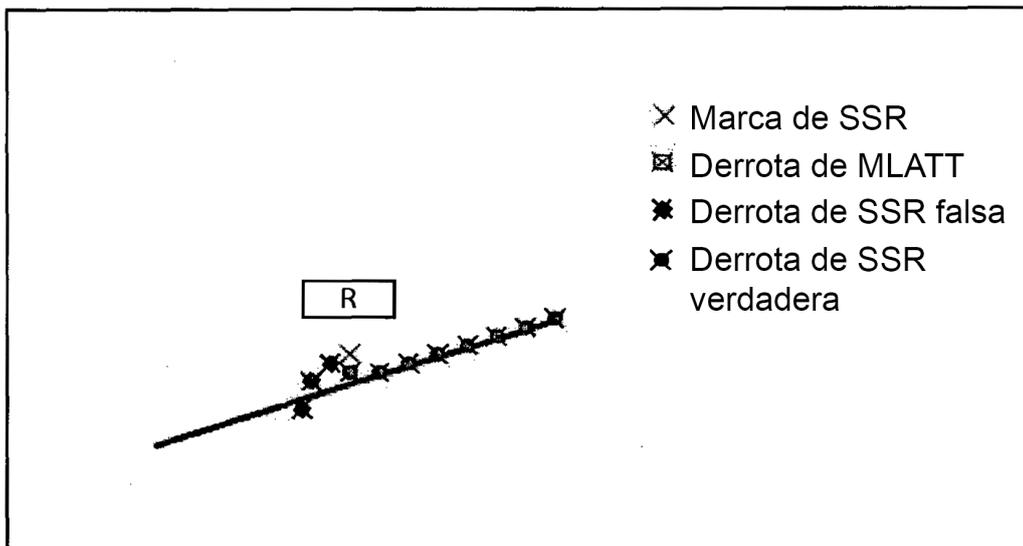


Fig.8

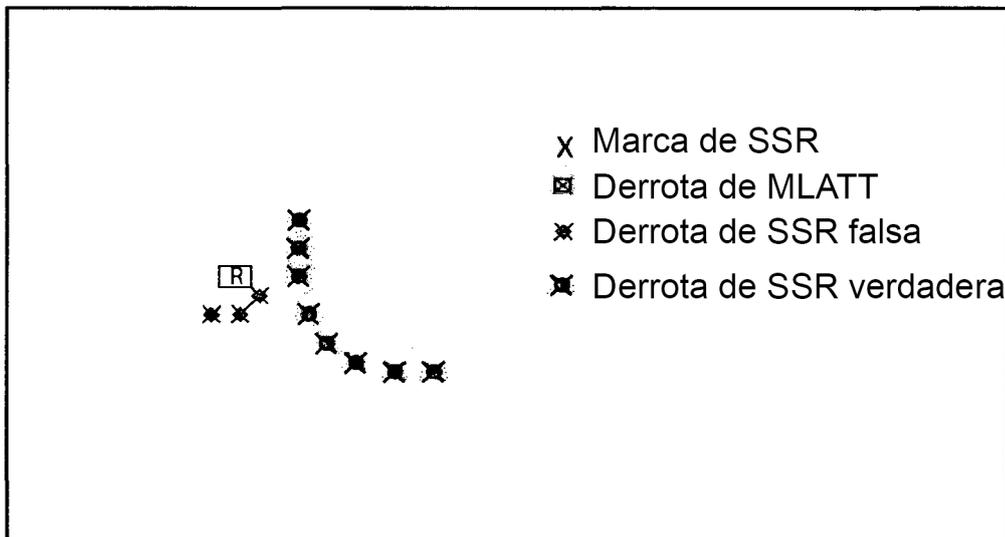


Fig.9

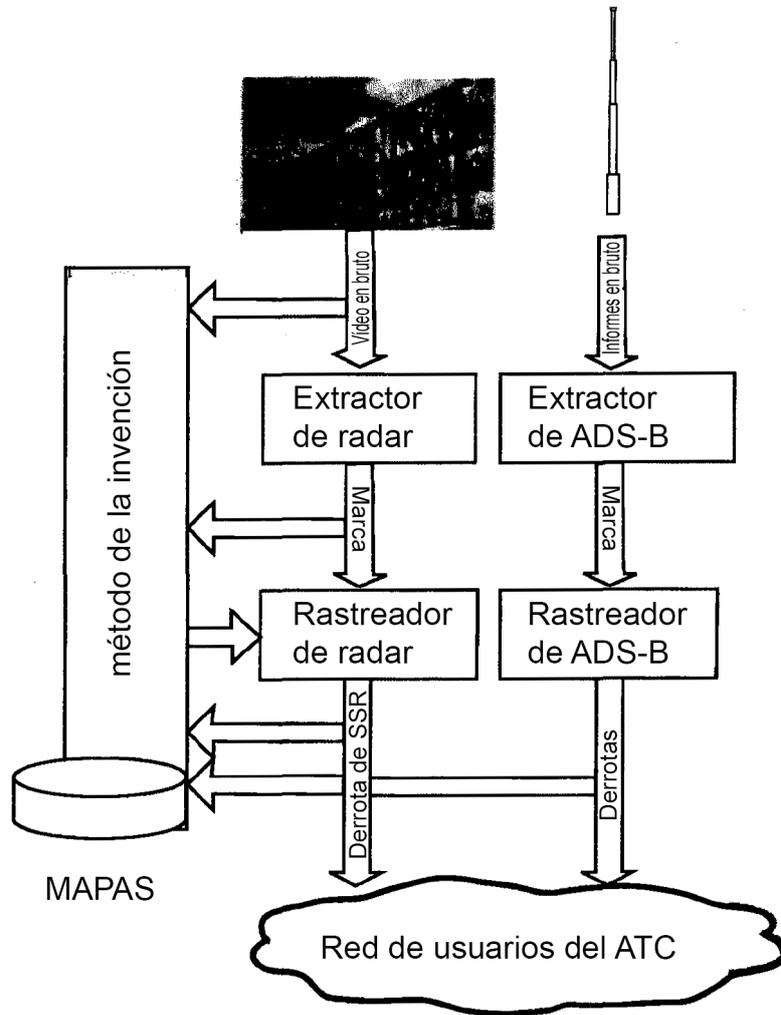


Fig.10

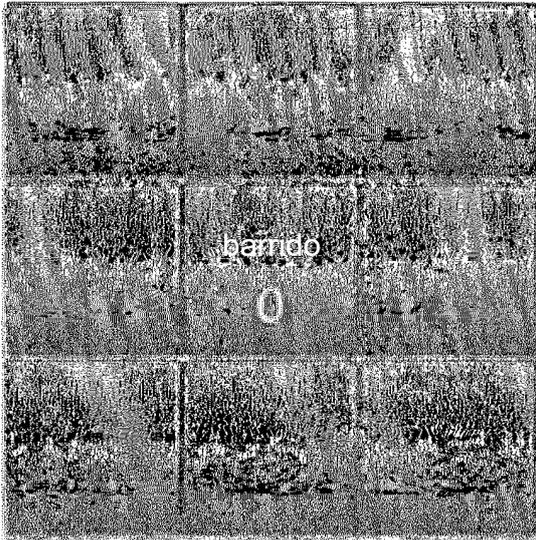


Fig.11a

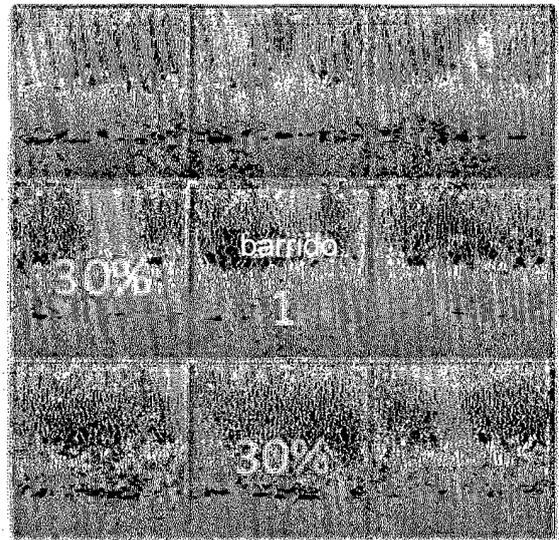


Fig.11b

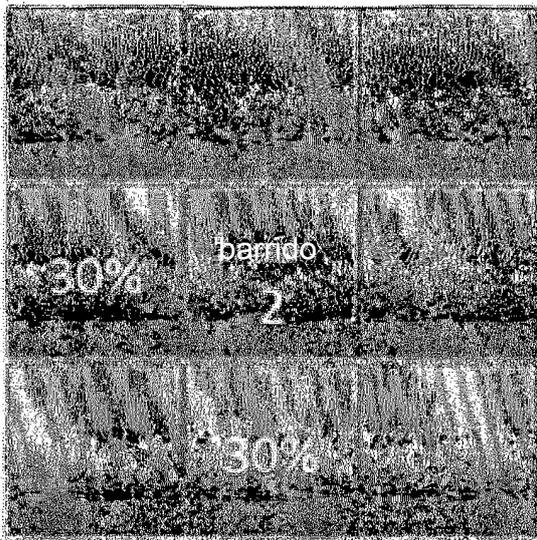


Fig.11c

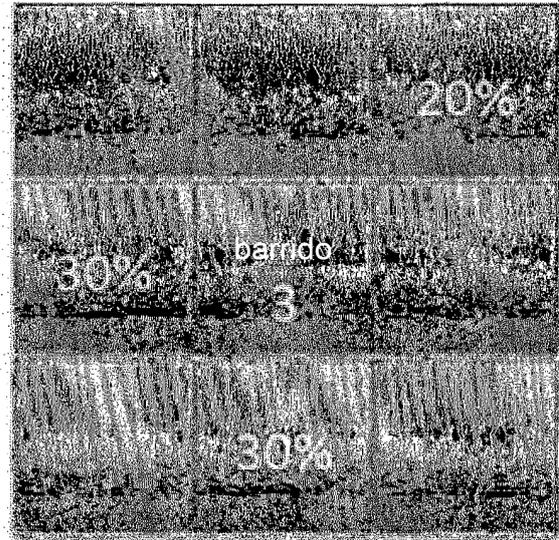


Fig.11d

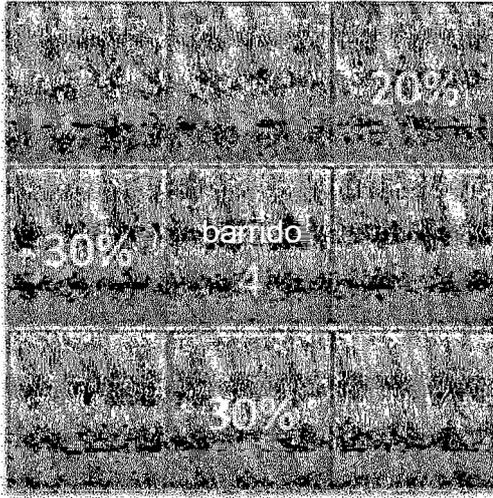


Fig.11e

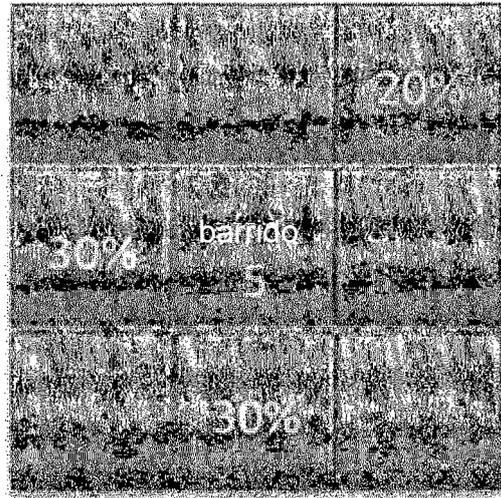


Fig.11f

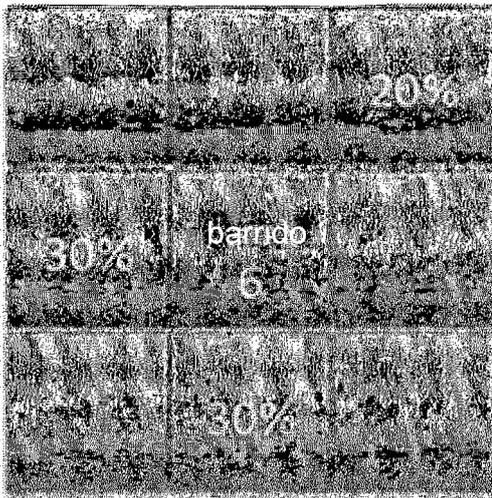


Fig.11g

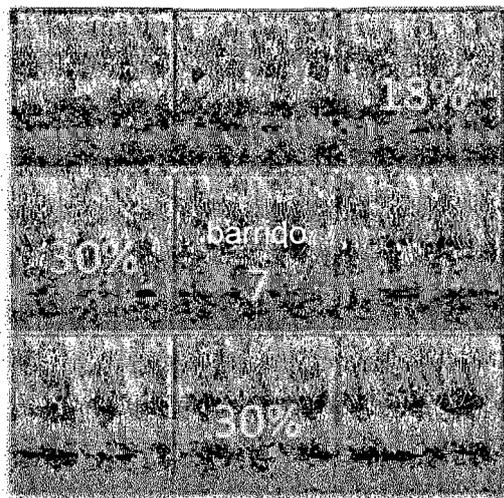


Fig.11h

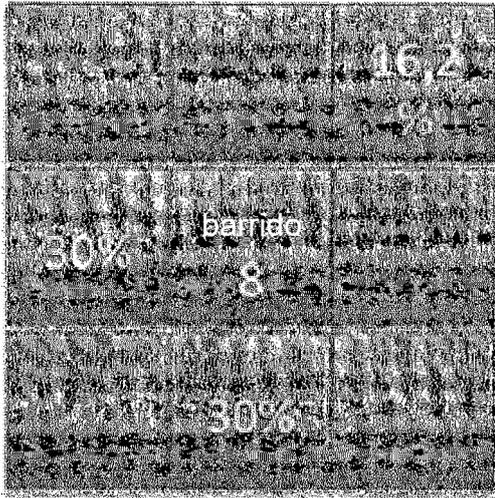


Fig.11i

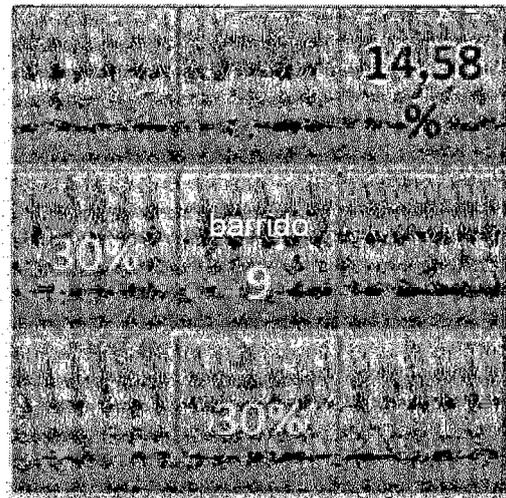


Fig.11l

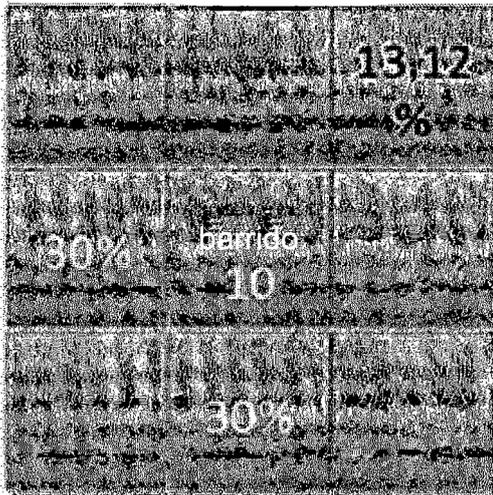


Fig.11m

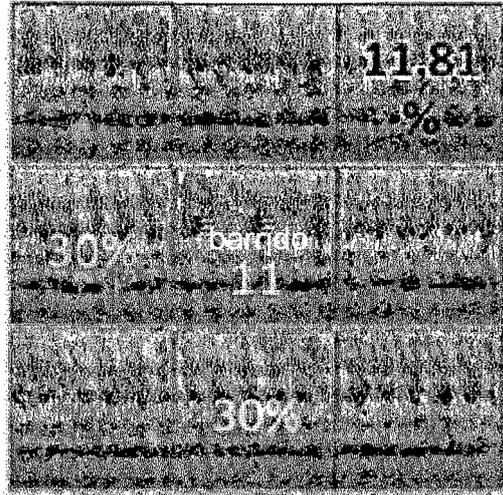


Fig.11n