

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 498**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/00 (2006.01)

H01Q 3/26 (2006.01)

H01Q 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2008 PCT/AU2008/001386**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2009 WO09036507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2008 E 08800021 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2191292**

54 Título: **Sistema y método de obtención de imágenes**

30 Prioridad:

19.09.2007 AU 2007905114

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

29.11.2019

73 Titular/es:

**TELEDYNE AUSTRALIA PTY LTD (100.0%)
Amlink House, Brisbane Technology Park, 60
Brandl Street
Eight Mile Plains, QLD 4113, AU**

72 Inventor/es:

LONGSTAFF, DENNIS IAN

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 733 498 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

Sistema y método de obtención de imágenes

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema y método de obtención de imágenes de radar para la obtención de imágenes de vídeo en tiempo real o casi en tiempo real. En concreto, aunque no de manera exclusiva, la presente invención se refiere a un sistema y método de obtención de imágenes de radar, para la inspección de seguridad y similares.

Exposición de los antecedentes de la técnica

10 A las personas que entran en áreas de alta seguridad se les exige a menudo que se sometan a algún tipo de inspección para asegurarse de que no llevan armas o explosivos. Estas preocupaciones de seguridad han llevado al desarrollo de varias técnicas diseñadas para descubrir objetos indeseados escondidos bajo la ropa de una persona.

15 Un proceso común que se utiliza para inspeccionar a las personas que entran en una zona segura y que se ha utilizado con buenos resultados es la técnica de cacheo. Esto literalmente requiere que el personal de seguridad cachee a mano el cuerpo de la persona de interés a través de su ropa. Este proceso puede llevar mucho tiempo cuando se trata de examinar grandes cantidades de personas, y el contacto corporal puede ser considerado por algunas personas tanto intrusivo como ofensivo.

20 Otra técnica de inspección común es el uso de detectores de metales de mano o de tránsito. Básicamente, estos detectores se basan en la medición de corrientes inducidas en cualquier objeto metálico dentro de un rango que suele ser muy corto. Por tanto, dichos detectores no se adaptan fácilmente a aplicaciones en las que es deseable la inspección a distancia. Además, los detectores son sólo cables de detección de objetos metálicos y fallan al detectar objetos compuestos de cerámica, por ejemplo, cuchillos de cerámica, plásticos o similares, lo que puede ser un problema de seguridad.

25 En general se sabe que la radiación electromagnética (em) en la longitud de onda milimétrica del espectro penetra fácilmente a través de la ropa. Del mismo modo, tanto las microondas como los rayos X también penetran fácilmente a través de las prendas de vestir, así como el polvo y el humo. Los rayos X han demostrado ser efectivos, pero no son aceptables en lugares públicos debido a su riesgo inherente de radiación. La radiación electromagnética de bajo nivel emitida en las longitudes de onda milimétrica y de microondas del espectro no representa ningún peligro de radiación conocido y es ampliamente aceptada para aplicaciones de telefonía móvil e inalámbricas. Por
30 consiguiente, estas longitudes de onda son muy adecuadas para su uso en aplicaciones de obtención de imágenes de seguridad.

Una técnica que utiliza el hecho de que la radiación electromagnética penetra en la ropa se basa en el uso de radiómetros que obtienen una imagen de la radiación electromagnética natural del cuerpo. Las diferentes
35 temperaturas de la superficie, su emisividad y la diferente dispersión de la radiación electromagnética de fondo proporcionan un contraste que puede ser enfocado para formar una imagen. Normalmente, un radiómetro detectará la radiación electromagnética en las bandas de longitud de onda en mm. Un radiómetro de ondas milimétricas suele utilizar una antena reflectora de escaneado mecánico rápido. Estos sistemas de escaneado mecánico son incapaces de obtener una resolución de imagen fina a rangos distantes. Esto se debe a que se requiere un escáner relativamente más grande y no es factible escanear con estas grandes antenas a la velocidad requerida. Los
40 sistemas de escaneado de manera mecánica también tienen problemas para lograr una frecuencia de actualización lo suficientemente rápida como para capturar imágenes de una persona que camina. Otro problema con las antenas de escaneado de manera mecánica es que sólo enfocan a una distancia y con una profundidad de enfoque estrecha. Esto requiere que la persona que está siendo inspeccionada permanezca estacionaria en el punto focal frente al escáner durante todo el tiempo que dure el escaneado. Otro problema con los sistemas de radiometría es
45 su susceptibilidad a las fuentes naturales de radiación, que pueden ser muy variables y afectar el contraste de la imagen.

Los sistemas de obtención de imágenes de radar proporcionan una iluminación más consistente del objeto del que obtener una imagen y la tecnología de radar de matriz en fase tiene el potencial de proporcionar imágenes con
50 múltiples profundidades de enfoque, a rangos más largos, y con tiempos de actualización más rápidos. Sin embargo, una matriz en fase convencional requiere que toda la apertura se llene con elementos de onda en mm del transmisor y del receptor, lo que supone un coste excesivo.

En la literatura se han descrito alternativas a la matriz en fase convencional, especialmente sistemas para la obtención de imágenes en la proximidad cercana a la matriz de antena con un sistema de matriz dispersa.

55 Una publicación anterior "Synthetic Aperture Pulse Echo imaging with a Rectangular Boundary Array (Obtención de Imágenes de Eco de Pulso de Apertura Sintética con una Matriz de Límites Rectangulares)" de Kozick, R J y

Kassam, S A, en Transacciones IEEE en el Procesamiento de Imagen Vol.2 Número 1 de enero 1993, describe los principios básicos de la obtención de imágenes de eco de pulso en rangos finitos con una matriz de la forma descrita en nuestra solicitud de patente. Su documento describe el proceso de obtención de imágenes con pulsos emitidos para cada combinación de par de transmisor/receptor sucesivamente para una matriz rectangular formada por un par de elementos transmisores paralelos y un par de elementos receptores paralelos. Si bien esto describe un proceso de obtención de imágenes en el campo cercano, su enfoque no es adecuado para aplicaciones en las que los objetos de los que obtener una imagen podrían moverse sucesivamente durante el proceso de recopilación de datos de todas las combinaciones de pares.

Una solicitud de patente internacional reciente WO 2007/045026 describe una Matriz Perimetral de Apertura Sintética formada utilizando los principios descritos por Hoctor y Kassam (Proc IEEE Vol.78, Número 4 de abril 1990, p735-752). Esta referencia describe una apertura de límite rectangular utilizando un par de lados para la transmisión y el otro par para la recepción. Para recoger los datos necesarios para formar la imagen, un generador de forma de onda de radar se conmuta en secuencia a los elementos de la matriz del transmisor, mientras que un sistema receptor de radar se conmuta secuencialmente a cada elemento receptor sucesivamente. La aplicación muestra cómo el proceso sintetiza elementos virtuales situados a medio camino entre cada par de transmisor/receptor que pueden ser procesados a modo de una matriz llena para la obtención de imágenes de una escena distante. Sin embargo, la técnica de sintetizar una matriz presentada de esta manera solo es aplicable al campo lejano y no enfocará en el campo cercano. La técnica descrita en el documento WO 2007/045026 no es capaz de obtener imágenes de una persona caminando para aplicaciones de inspección de seguridad. Esto se debe a que los movimientos habituales al caminar cambiarán las fases de la señal durante el tiempo necesario para recopilar datos de todas las combinaciones de transmisor y receptor. Esto corrompe el proceso de enfoque. Por el contrario, la técnica descrita en nuestra invención supera o al menos mejora este problema.

La matriz descrita en el documento WO 2007/045026 se centra principalmente en el campo lejano. Para el escaneo de seguridad y otras aplicaciones similares la matriz debe estar enfocada en el campo cercano. El documento WO 2007/045026 no proporciona ninguna enseñanza de cómo se puede lograr esto con una matriz de este tipo. Este proceso de sintetizar elementos virtuales y utilizarlos para la obtención de imágenes no es válido en el campo cercano. El concepto de elementos virtuales sintetizados sólo es válido para la obtención de imágenes de escenas muy lejanas.

Evidentemente, sería ventajoso proporcionar un sistema de obtención de imágenes basado en radar que proporcione una frecuencia de actualización relativamente alta y que sea capaz de enfocar todas las distancias, a la vez que se logra una resolución fina en las proximidades del radar y a distancias más largas.

Resumen de la invención

Divulgación de la invención

Por consiguiente, en un aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de radar de obtención de imágenes de acuerdo con la reivindicación 1.

En otro aspecto de la presente invención se proporciona un método para capturar una imagen de un objeto dentro de un área de interés a través de al menos un impedimento visual, de acuerdo con la reivindicación 16.

A través de las especificaciones, se entenderá que el término "que comprende" tiene un significado amplio similar al término "que incluye" y se entenderá que implica la inclusión de un número entero o etapa o un grupo de números enteros o etapas establecidas, pero no la exclusión de ningún otro número entero o etapa o un grupo de números enteros o etapas. Esta definición también se aplica a las variaciones del término "que comprende", como "comprenden" y "comprende".

Breves Detalles de los Dibujos

Para que esta invención pueda ser más fácilmente comprendida y puesta en práctica, se hará ahora referencia a los dibujos que la acompañan, que ilustran los modos de realización preferidos de la invención, y en donde:

La figura 1 es un diagrama esquemático de una posible configuración de una matriz de radar para usar en el sistema de obtención de imágenes de un modo de realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista detallada adicional de la configuración de matriz de la figura 1;

La figura 3A es un diagrama esquemático de una posible configuración de un módulo de transmisión para uso en la configuración de matriz de la figura 1;

La figura 3B es un diagrama esquemático de una posible configuración de un módulo receptor para su uso en la configuración de matriz de la figura 1;

La figura 4A es un ejemplo de una posible configuración de una forma de onda de transmisión de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

La figura 4B es un ejemplo de una posible configuración de una forma de onda de transmisión de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

La figura 5 es un diagrama esquemático que representa la geometría de análisis para un sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

- 5 Las figuras 6A a 6F son gráficos de la función de dispersión de puntos para una posible configuración de una matriz de radar para usar en el sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La figura 7 es un gráfico de la resolución frente al rango para un sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

- 10 Las figuras 8A a 8F son gráficos de la función de dispersión de puntos para una posible configuración de una matriz de radar para usar en el sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

Las figuras 9A a 9F son gráficos de la función de dispersión de puntos para una posible configuración de una matriz de radar para usar en el sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

- 15 La figura 10 es un diagrama esquemático de una posible configuración de una matriz de radar para usar en el sistema de obtención de imágenes de un modo de realización de la presente invención;

La figura 11 es un diagrama esquemático de una posible configuración de un sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

- 20 La figura 12 es un diagrama esquemático de una posible configuración de un sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención; y

Las figuras 13A a 13F son gráficos de la función de dispersión de puntos para la configuración de matriz utilizada en el sistema de obtención de imágenes de la figura 12.

Descripción detallada de los modos de realización de la invención

- 25 Un ejemplo de una posible configuración de un sistema de obtención de imágenes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención se muestra en la figura 1. En este ejemplo concreto, el sistema se compone de una matriz de antenas de perímetro cuadrado de 2,5 x 2,5m de tamaño nominal. Dispuesto a lo largo de cada borde 101a, 101b vertical de la matriz hay un conjunto de elementos transmisores N, con un conjunto de elementos receptores M dispuestos a lo largo de cada borde 102a, 102b horizontal de la matriz. En este caso, cada submatriz transmisora vertical contiene 128 elementos transmisores, del mismo modo cada submatriz receptora horizontal contiene 128 elementos receptores.

- 30 Si bien la matriz mostrada en la figura 1 es una matriz perimetral cuadrada, los expertos en la técnica reconocerán que la matriz puede tener la forma de cualquier forma adecuada donde múltiples combinaciones de pares transmisor/receptor permitan la formación de una apertura llena. Dichas configuraciones pueden incluir un rectángulo, partes de un rectángulo en forma de cruz o de L, un círculo, un octágono o similares.

- 35 La figura 2 muestra la disposición de las submatrices 101a, 101b transmisoras y 102a, 102b receptoras en mayor detalle. En este caso, los 128 elementos 103 de transmisión de las submatrices 101a y 101b transmisoras están agrupados en los módulos 104 de transmisión. En este ejemplo, cada módulo 104 de transmisión incluye 8 elementos 103 de transmisión, lo que da como resultado un total de 16 módulos 104 de transmisión por submatriz 101a, 101b transmisora. Cada módulo 104 de transmisión está conectado a una red 111 de conmutación. La selección de qué elementos 103 de transmisión están activos durante el ciclo de transmisión es determinada por la red 111 de conmutación, que abre y cierra los conmutadores correspondientes para activar el elemento 103 de antena correspondiente.

- 40 Al igual que con las submatrices de transmisión, los 128 elementos 105 de las submatrices 102a y 102b receptoras están agrupados en los módulos 105 receptores. Cada módulo 105 incluye 8 elementos 106 receptores, lo que da un total de 16 módulos 105 receptores por submatriz 102a, 102b receptora. Cada módulo 105 receptor está conectado a una red 112 de conmutación que pasa las señales recibidas por los elementos 106 receptores activos a una serie de amplificadores 107 de bajo ruido (LNA). La salida de cada amplificador alimenta a un receptor 108 Homodino IQ asociado. Las señales demoduladas de la etapa del receptor 108 Homodino IQ pasan a la etapa de Conversión 109 Analógica a Digital (CAD) antes de ser finalmente analizadas por el Procesador 110 de Señales Digitales (DSP).

- 45 En la figura 3A se muestra una vista más detallada de una posible disposición de los módulos 104 de transmisión que se utilizan para formar las submatrices 101a, 101b de transmisión. En este ejemplo se muestran los dos módulos 104 transmisores alojados en una única matriz 150 de microbanda. Aquí los elementos 103 de antena

5 tienen la forma de antenas parcheadas que están conectadas a la red 111 de conmutación. La red 111 de conmutación se conecta sucesivamente a los mezcladores 114 y a la unidad 203 de selección de elemento. Como se muestra, los mezcladores 114 modulan el esquema de codificación de señal deseado proporcionado por la unidad 205 de codificación sobre los pulsos portadores, que son alimentados a los mezcladores 114 a través de la guía 207 de ondas desde la fuente 204 alojada dentro del generador 200 de formas de onda maestro. La conformación de pulsos también puede realizarse a través de un modelador 206 de pulsos que puede conectarse entre la fuente 204 y la guía 207 de ondas. En el presente caso, el modelador 206 de pulsos se utiliza para controlar la duración de cada pulso portador, por ejemplo, la frecuencia de conmutación del modelador 206 produce un pulso de 10ns de duración.

10 La transmisión de los pulsos codificados a través de cada módulo 104 de transmisión y del elemento 103 de antena apropiado se controla esencialmente mediante la unidad 203 de selección de elemento de transmisión. La unidad 203 de selección está programada para abrir y cerrar de manera efectiva la serie apropiada de conmutadores de selección dentro de la red 111 de conmutación en base a una serie de factores que incluyen el esquema de codificación elegido y otros parámetros operativos del sistema de radar, por ejemplo, la resolución del rango, etc.

15 En la figura 3B se muestra una vista detallada de una posible configuración de los módulos 105 receptores que forman las submatrices 102a, 102b receptoras. En este ejemplo se muestran dos módulos receptores alojados en una única matriz 160 de microbanda. Al igual que con el elemento 103 de transmisión, los elementos 106 receptores tienen forma de antenas parcheadas. Como se ha mencionado anteriormente, el elemento 106 receptor está conectado a través de una red 112 de conmutación a una serie de amplificadores 107 de bajo ruido (LNA). Al igual que con la submatriz transmisora, la selección de los elementos 103 receptores que están activos durante el ciclo de recepción se controla mediante una unidad de selección de elemento receptor.

20 Como se muestra, cada módulo receptor es atendido por al menos dos LNAs 107a, 107b, 107c y 107d respectivamente, estando cada LNA asociado con un banco de elementos 106 receptores dentro del módulo 105 receptor. Las señales amplificadas de cada uno de los LNAs 107a, 107b, 107c y 107d se pasan entonces a los respectivos receptores 108a, 108b, 108c y 108d homodinos IQ alojados en los receptores homodinos IQ. Como reconocerán los expertos en la técnica, los receptores homodinos requieren una señal de referencia del mismo portador 204 de frecuencia. En este ejemplo en concreto, esta señal 209 de referencia es proporcionada desde el generador 200 de forma de onda maestro a cada uno de los receptores 108a, 108b, 108c y 108d homodinos IQ a través de la guía 204 de ondas. También sería evidente para los expertos en la técnica que el uso de una potencia de transmisión superior eliminaría la necesidad de los LNAs reduciendo quizás el coste.

25 Las señales demoduladas de los receptores 108a, 108b, 108c y 108d homodinos IQ son entonces pasadas a un buffer 115 dentro de la muestra y mantienen la etapa 115.

30 En esta etapa se puede introducir la información 118 de rango. Las señales recibidas, incluyendo cualquier información de rango, se pasan a una serie de CAD 109. En esta etapa también se puede introducir información adicional sobre la luz 119 estroboscópica. Las señales digitales resultantes, junto con cualquier rango codificado y datos de luz estroboscópica, se almacenan luego en el buffer 116 de datos antes de ser recuperados para su posterior análisis por la unidad 110 de Procesamiento de Señales Digitales.

35 Para producir una imagen del área de interés y un objetivo utilizando la matriz de la figura 1, el sistema sintetiza una matriz de visualización con una resolución similar a la de una matriz en fase completamente poblada de elementos NxM. Como se expone en la solicitud internacional presentada anteriormente por el solicitante PCT/AU2007/000033, que se incorpora en el presente documento por referencia, pueden producirse matrices de elementos sintéticos cuando las señales reflejadas correspondientes a cada pulso transmitido pueden distinguirse y separarse fácilmente en cada uno de los elementos receptores dentro de la matriz receptora. Es decir, cada señal reflejada es fácilmente separable de la pluralidad de reflexiones recibidas por cada elemento receptor. Esto permite enfocar la escena de campo lejano utilizando una transformada de Fourier bidimensional. Este concepto no aplica a los sistemas que obtienen imágenes de escenas cercanas porque las trayectorias del transmisor y del receptor no son paralelas. La presente invención requiere que las señales de todos los elementos receptores se separen por decodificación en las señales individuales de todos los transmisores y que se enfoquen por variación de tiempo, ponderación y la adición de estas formas de onda.

40 Un enfoque para asegurar la fácil separación de las señales recibidas en cada elemento receptor es sencillamente cambiar un pulso de señal entre cada elemento transmisor sucesivamente, con suficiente espacio de tiempo entre los pulsos para permitir la recepción del eco de radar (es decir, aplicando la Multiplexación por División en el Tiempo). De nuevo, este método se describe en la anterior solicitud internacional del solicitante PCT/AU2007/000033. Dicho enfoque es sumamente viable para algunas aplicaciones. Sin embargo, el tiempo requerido para completar todas las combinaciones de trayectorias no es adecuado para muchas aplicaciones en tiempo real, como la obtención de imágenes de una persona que camina.

45 Un enfoque alternativo es transmitir simultáneamente la pluralidad de pulsos utilizando el esquema de multiplexación por división de código. La ventaja de dicha técnica de transmisión es que completa la adquisición de todos los datos de todas las combinaciones de trayectorias en un intervalo de tiempo mucho más corto. Otra ventaja de esta técnica

- 5 es que se puede aplicar una operación de compresión de rango durante el proceso de demultiplexación, para mejorar la resolución de rango y reducir el desorden en la imagen. Sin embargo, una desventaja potencial con el uso de un esquema de transmisión de este tipo es que puede haber pérdidas de canal. Cuando se utilizan simultáneamente un gran número de códigos transmisores, existe la posibilidad de que estos códigos se pierdan entre sí durante la demultiplexación, acumulando de este modo interferencias no deseadas. El número de códigos se puede minimizar utilizando una combinación de multiplexación por división de código y multiplexación por división de tiempo, lo que permite completar todas las transmisiones en 500 microsegundos. Del mismo modo, el número de canales receptores puede minimizarse cambiando a subconjuntos y repitiendo sucesivamente las formas de onda del transmisor para cada subconjunto.
- 10 Esta técnica de transmisión simultánea de canales codificados por separado desde múltiples transmisores para su recepción por múltiples receptores se denomina comúnmente procesamiento coherente de entrada múltiple salida múltiple (MIMO). Como en el caso anterior, la generación de elementos sintéticos bajo el procesamiento MIMO sólo es posible cuando cada elemento receptor es capaz de separar las señales de retorno para hacerlas coincidir con la señal correspondiente de cada elemento transmisor (es decir, una forma de procesamiento multiestático dentro de la propia matriz). Bajo el enfoque coherente MIMO, la generación de elementos sintéticos implica la transmisión de una pluralidad de pulsos de señal conforme a un esquema de codificación elegido. Los expertos en la técnica reconocerán que existen varios esquemas de codificación que podrían ser utilizados bajo la técnica coherente MIMO como la Multiplexación por División de Frecuencia (FDM), Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM), secuencias de frecuencia escalonada y versiones de multiplexación por división de código (CDM) como modulación de fase binaria, modulación de fase de cuadratura o similares. En la presente solicitud, el esquema de codificación elegido debe tener preferentemente códigos que produzcan lóbulos laterales de tiempo bajo después de un filtrado coincidente (compresión de rango) y que resulten bajos o nulos si se hacen coincidir con otros en el conjunto utilizado. Por ejemplo, se pueden utilizar códigos de Correlación Cruzada Cero o pares seleccionados de códigos de Golay con características similares.
- 15 20 25 Un enfoque para la generación de imágenes bajo la técnica MIMO para la matriz de la figura 1 es aplicar simultáneamente a cada uno de los elementos transmisores en cada lado de la matriz, un pulso corto de longitud de onda en el orden de unos pocos milímetros, por ejemplo, un pulso de 35 GHz por una duración de aproximadamente 10 nanosegundos. La fase del pulso en cada elemento transmisor puede ajustarse para que sea en fase o antifase con la fuente. La selección de qué elementos del transmisor se ajustan en fase y antifase se puede hacer conforme al esquema de codificación seleccionado. Por ejemplo, se puede asignar una secuencia de códigos única a cada elemento transmisor. La transmisión de los pulsos se repite a continuación a intervalos definidos por la ambigüedad de rango requerida, por ejemplo, para un sistema de rango corto los pulsos pueden transmitirse a una velocidad de 100 nanosegundos. Como alternativa, cuando la operación de rango corto requiere sólo baja potencia del transmisor, y cuando la potencia del transmisor no oculta las señales recibidas, la secuencia de código puede ser transmitida como una señal de onda continua.
- 30 35 Un enfoque alternativo al esquema de codificación expuesto anteriormente sería aplicar los códigos a secciones más pequeñas de la matriz en secuencia. Esto sería útil para matrices con un gran número de elementos y en donde no se dispone de un número suficiente de códigos diferentes con auto-lóbulos laterales bajos y cruzados.
- 40 En cualquier caso, la señal reflejada del sujeto correspondiente a cada pulso transmitido por cada uno de los elementos transmisores puede ser capturada por los elementos receptores entre cada bit del código y separada utilizando filtración coincidente. Es decir, las señales de todas las trayectorias entre todos los transmisores, a través de la escena, a todos los receptores se separan y se hacen coincidir con el transmisor apropiado antes de ser procesadas.
- 45 Para formar la imagen es necesario conocer la distancia de ida y vuelta entre los elementos transmisores, el píxel que se está midiendo y cada uno de los elementos receptores. Estas distancias se convierten en tiempo de retardo que debe ser eliminado del conjunto de datos recibidos para provocar la alineación en el punto del píxel del que se desea obtener una imagen. Esto se repite para cada punto de la escena en ángulos y distancias incrementales sobre el volumen del que se va a obtener una imagen. Cada suma representa la intensidad de la imagen en ese punto. Las señales a sumar pueden ser ponderadas para formar haces y pulsos con características específicas de lóbulos laterales, como lóbulos laterales bajos en la función de dispersión de puntos.
- 50 En la figura 4A se muestra un ejemplo de formas de onda de transmisión adecuadas que pueden emplearse en un sistema de obtención de imágenes que utiliza la matriz de la figura 1 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. En todo el sistema que se muestra de ejemplo en este modo de realización se utilizan 32 códigos que se dividen entre la submatriz 101a del transmisor de la izquierda y la submatriz 101b del transmisor de la derecha. En este caso, la submatriz de la izquierda transmite los códigos 401, 1 a 16, mientras que la submatriz 101b de la derecha transmite los códigos 402, 17 a 32. Cada código 401 se transmite desde el elemento transmisor respectivo utilizando un conjunto de pulsos 402 de 10ns de duración con un intervalo de repetición de pulsos de 200ns. Esto permite completar 32 pares de pulsos codificados en aproximadamente 12µs. Esto debe luego repetirse para cada posición del conmutador transmisor, lo que da como resultado un intervalo de ráfaga de transmisión de aproximadamente 100µs. Para formar la imagen, el receptor debe capturar al menos cuatro ráfagas de transmisión.
- 55 60

Por tanto, un sistema de obtención de imágenes que utilice esta forma de onda en concreto puede formar una imagen en aproximadamente 400µs.

En la figura 4B se muestra una forma de onda de transmisión alternativa, en este ejemplo se utilizan pares seleccionados de códigos 403 de Golay. En el presente caso se utilizan 40 pares de códigos 403 de Golay. De nuevo la transmisión del esquema utiliza un conjunto de 32 pulsos 404 de 10ns de duración, con un intervalo de repetición de pulsos de 200ns sobre el que se modulan los 40 códigos 403 de Golay. Esto permite completar los pares de códigos 404 de Golay en 16µs. Esto debe luego repetirse para cada posición del conmutador transmisor, lo que resulta en un intervalo de ráfaga de transmisión de aproximadamente 128µs. Esto permite que el sistema capture la información requerida para formar la imagen en aproximadamente 512µs.

Haciendo referencia a la figura 5 se muestra un esquema de la geometría de análisis para la matriz 100 de la figura 1. En este ejemplo en concreto se muestra una instantánea del volumen 500 de análisis a una distancia de 2 metros de la matriz 100 en este rango el área de cobertura es de 2m x 2m con una profundidad de enfoque de 0,5m. A efectos de procesamiento, el volumen del que se va a obtener una imagen se divide en una pluralidad de celdas 501 de resolución, que en este caso son cubos de 5mm. Enfocar en cada célula requiere en primer lugar la conversión de la distancia entre cada elemento transmisor y cada elemento receptor a un tiempo de retardo y luego eliminar el tiempo de retardo de las señales recibidas, antes de sumar las señales de todos los pares de elementos transmisores y receptores. Esto se repite para cada celda de la escena en ángulos y distancias incrementales sobre el volumen del que se va a obtener una imagen. Esto produce una imagen 3D de la escena, a partir de la cual es posible extraer datos de imágenes 2D para su visualización.

Las figuras 6A a 6F son gráficos de la función de dispersión de puntos para una matriz de 2,5 x 2,5 metros de la construcción expuesta anteriormente. Las figuras 6A y 6B muestran el poder de resolución para la matriz a una distancia de 2 metros a una frecuencia de funcionamiento de 35GHz. La figura 6A muestra la función de dispersión de puntos calculada en el eje en un rango de 2m con un ancho de haz de 3,7mm, mientras que la figura 6B muestra la función de dispersión de puntos calculada en un rango de 2m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 4,4mm. Las figuras 6C y 6D muestran el poder de resolución a 4 metros para la matriz a una frecuencia de funcionamiento de 35GHz. La figura 6C muestra la función de dispersión de puntos calculada en el eje en un rango de 4m con un ancho de haz de 6,4mm, mientras que la figura 6D muestra la función de dispersión de puntos calculada en un rango de 4m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 6,9mm. Las figuras 6E y 6F muestran el poder de resolución a 7 metros para la matriz. La figura 6E muestra la función de dispersión de punto calculada en un rango de 7m en el eje con un ancho de haz de 10,9mm, mientras que la figura 6F muestra la función de dispersión de punto en un rango de 7m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 11,2mm. En todos los gráficos anteriores, el factor de escala del eje x horizontal corresponde a incrementos de 5mm, con 2000 representando el punto normal al centro de la matriz, y 0 y 4000 representando el punto a un metro del centro. A través de la simetría, los gráficos representan tanto el patrón vertical como el horizontal.

Un gráfico de la resolución de rango cruzado frente al rango en base a la siguiente tabla:

Rango	3dB-3dB (ancho de haz)
2m	3,7mm
3m	5,1mm
4m	6,4mm
5m	7,9mm
6m	9,4mm
7m	10,9mm

Como se puede apreciar en la figura 7 y en la tabla anterior, la función de dispersión de puntos es proporcional al rango, lo que sugiere una capacidad útil que ofrece un poder de resolución de 3,3cm a 21m.

Si bien la exposición anterior se ha centrado en un sistema de obtención de imágenes que utiliza una matriz cuadrada de 128 elementos por lado, el solicitante también ha experimentado con matrices cuadradas que incluyen 64 elementos por lado y 256 elementos por lado.

La versión de la matriz de 64 x 64 elementos es de una construcción similar a la de 128x128 elementos de la figura 1. Una de las principales ventajas de la versión de 64 elementos es que el coste de construcción es considerablemente menor que el de la versión de 128 elementos, sin embargo, la disminución del número de

elementos hace que los lóbulos laterales se sitúen en una posición alta y cerca de la matriz. Por tanto, un sistema que utiliza una matriz de 64x64 requiere la aplicación de un procesamiento adicional para tener en cuenta los efectos de los lóbulos laterales.

5 En las figuras 8A a 8F se muestran ejemplos de la función de dispersión por puntos para una matriz cuadrada de 64 elementos de 2,5 x 2,5 metros. Las figuras 8A y 8B muestran el poder de resolución a 2 metros para la matriz. La figura 8A muestra la función de dispersión de puntos calculada en el eje en un rango de 2m con un ancho de haz de 1,8mm, mientras que la figura 8B muestra la función de dispersión de puntos calculada en un rango de 2m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 4mm. Las figuras 8C y 8D muestran el poder de resolución a 5 metros para la matriz. La figura 8C muestra la función de dispersión de puntos calculada en el eje en un rango de 5m con un ancho de haz de 6mm, mientras que la figura 8D muestra la función de dispersión de puntos calculada en un rango de 5m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 7mm. Las figuras 8E y 8F muestran el poder de resolución a 7 metros para la matriz. La figura 8E muestra la función de dispersión de puntos calculada en un rango de 7m en el eje con un ancho de haz de 10,4mm, mientras que la figura 8F muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 7m y fuera de eje por 1m con un ancho de haz de 10,6mm, como puede apreciarse a partir de esta figura, la función de dispersión de puntos es ahora proporcional al rango (es decir, ancho de haz de 20,8mm de ancho en un rango de 14m, etc).

Las figuras 9A a 9F muestran gráficos de la función de dispersión de puntos para una matriz cuadrada de 64 elementos de 2,5 x 2,5 metros que transmite en la banda X. La figura 9A muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m a lo largo del eje y. Como se puede apreciar, el ancho de haz resultante es del orden de 8,5mm. La figura 9B muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m a lo largo del eje x con un ancho de haz de aproximadamente 9mm. La figura 9C muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 1m a lo largo del eje y. Como se muestra, el ancho de haz en este rango es del orden de 9,3mm. La figura 9D muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 1m a lo largo del eje x con un ancho de haz de aproximadamente 10mm. La figura 9E muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 1,3m a lo largo del eje y con un ancho de haz de aproximadamente 10,3mm. Por último, la figura 9F muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 1,3m a lo largo del eje x con un ancho de haz de aproximadamente 11mm.

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático de una posible disposición para una matriz 900 cuadrada de 256 x 256 elementos. En este caso el generador 901 de forma de onda maestro incluye un oscilador 902 enganchado en fase de 17,5GHz que está acoplado a un oscilador 903 de referencia de 100MHz. La señal del oscilador 902 enganchado en fase de 17,5GHz se pasa a un divisor 904 de 2 vías, estando un brazo del divisor acoplado a un Amplificador 908 de Alta Potencia (HPA) de 2 etapas, mientras que el brazo restante está acoplado al conmutador 905, que en este caso actúa como modelador de pulso (es decir, el conmutador se abre y se cierra en un tiempo correspondiente a la duración de ráfaga del pulso de transmisión). La salida del conmutador 905 se pasa luego a un Amplificador 906 de Alta Potencia (HPA) de 2 etapas, la señal amplificada se pasa entonces al divisor 907 de 2 vías, cuyos brazos están acoplados respectivamente a los divisores 910 y 911 de 32 vías, con el fin de proporcionar los pulsos portadores a las submatrices de transmisión. El divisor 910 divide la señal de transmisión entre los 32 módulos de transmisión de la submatriz de transmisión de la izquierda de la matriz 900 cuadrada. Del mismo modo, el divisor 911 divide la señal de transmisión entre los 32 módulos de transmisión de la submatriz de transmisión de la derecha.

40 Para mayor claridad sólo se ha ilustrado un módulo 915 de transmisión de cada lado de la matriz cuadrada. Como se muestra cada módulo de transmisión incluye un duplicador 916 de 17,5 a 35GHz, la señal portadora de transmisión resultante se envía a un modulador 917 bifásico donde se combina el esquema de codificación elegido con los pulsos portadores. Los pulsos codificados del modulador 917 se aplican entonces a un solo polo 8 a través del conmutador 918 que procede a emitir el pulso de forma sucesiva a través de los 8 elementos 919 de antena atendido por el módulo 915 de transmisión.

La señal amplificada del HPA 908 se pasa al divisor 909 de 2 vías, cuyos brazos están acoplados a los divisores 912 y 913 de 32 vías respectivamente para proporcionar la señal de referencia necesaria a cada uno de los receptores 922 homodinos dentro de cada uno de los módulos receptores. En este caso, el divisor 912 divide la señal de referencia entre los módulos receptores de la submatriz receptora inferior, mientras que el divisor 913 divide la señal de referencia entre los módulos receptores de la submatriz receptora superior.

50 Para mayor claridad se ha ilustrado un módulo 914 receptor de cada lado de la matriz cuadrada. Como se muestra cada módulo 914 receptor da servicio a un conjunto de 8 elementos 920 de antena de recepción que están acoplados a un solo polo 8 a través del conmutador 921 que canaliza las señales recibidas hacia el receptor 922 homodino. Las señales demoduladas son pasadas por el receptor 922 homodino a las unidades 923 de módulos de conversión analógica a digital. Las señales digitalizadas de estas unidades son enviadas a la matriz 924 de puerta programable de campo de los módulos 914 para procesamiento previo y compresión de rango antes de ser pasadas al procesador de señales digitales para su análisis (no mostrado).

Si el sistema tuviera que obtener una imagen de un volumen de 0,5m de rango por 2m de elevación y 1m de ancho, con incrementos de rango de 10cm e incrementos de rango cruzado de 1cm utilizando la matriz de 256 x 256 expuesta anteriormente, necesitaría enfocar $50 \times 200 \times 5 = 50.000$ puntos. Cada punto a enfocar requerirá que los

números complejos de las $256 \times 256 = 65536$ combinaciones de trayectorias se multipliquen por el mismo número de números complejos que representen las longitudes de las trayectorias, y que estos luego se sumen. Las 65536 multiplicaciones complejas o 262.144 multiplicaciones reales, deben ser completadas de manera idónea en un intervalo de fotograma de 100ms (para una frecuencia de fotograma de visualización de 10Hz). Esto lleva a una velocidad de cálculo de $62.144 \times 50.000 \times 10 = 31.072.000.000.000$ multiplicaciones reales por segundo. Semejante carga de procesamiento se encuentra dentro de las capacidades de procesamiento de la mayoría de las placas procesadoras especializadas.

El solicitante ha considerado, por tanto, hasta ahora tres aplicaciones principales para el sistema de obtención de imágenes de la presente invención. En primer lugar, un sistema de obtención de imágenes que utilice cualquiera de las construcciones de matriz expuestas anteriormente para utilizarse en diversas aplicaciones de seguridad, por ejemplo, una versión de rango largo podría utilizarse en una aplicación de inspección en punto de control, mientras dos de las matrices podrían ubicarse en las proximidades para su uso en una aplicación de rango relativamente corto, como una inspección en punto de entrada. Otra posible aplicación para la invención es en la asistencia a aeronaves en aplicaciones de aterrizaje, por ejemplo, aeronaves como helicópteros aterrizando en el desierto, donde el polvo levantado por el rotor puede ocultar el lugar de aterrizaje y causar accidentes. Aquí una forma de la invención mirando hacia abajo obtendría una imagen de la tierra a través de la nube de polvo. Además de esto, el solicitante también prevé que una versión portátil o de mano encuentre aplicación en una serie de aplicaciones de búsqueda y rescate.

En la figura 11 se muestra un ejemplo de un sistema 1000 de escaneado de cuerpo entero en tránsito. El sistema 1000 incluye dos matrices 1001, 1002 (de construcción similar a la matriz de la figura 1 expuesta anteriormente) dispuestas en configuración espalda con espalda separadas por la distancia d . Cada una de las matrices 1001, 1002 transmiten una serie de pulsos codificados de la manera expuesta anteriormente hacia un sujeto 1004 que se acerca a. A medida que el sujeto 1004 se acerca la primera matriz 1001 comienza a capturar una imagen de la parte frontal del sujeto 1004. A medida que el sujeto pasa a través de la primera matriz 1001, la segunda matriz 1002 comienza a capturar una imagen de la parte trasera del sujeto 1004. Una vez que el sujeto pasa a través de la segunda matriz 1002, la segunda matriz comienza a capturar una imagen de la parte trasera del sujeto 1004. En cada caso las matrices 1001 y 1002 transmiten pulsos de una longitud de onda que penetran a través de las prendas de vestir usadas por el sujeto y las imágenes frontales resultantes capturadas no son sólo las de las porciones visibles del cuerpo del sujeto, sino que también incluyen las porciones del cuerpo del sujeto ocultas por su ropa.

Los datos de imagen sin procesar capturados por ambas matrices se procesan conforme a la técnica de procesamiento MIMO expuesta anteriormente. Es decir, el tiempo de retardo para la distancia de ida y vuelta para cada señal recibida se elimina para alinear las señales en el punto de píxel del que se está obteniendo imagen. Esto se repite para cada punto de la escena en ángulos y distancias incrementales sobre el volumen del que se va a obtener imagen. Las señales luego se suman, cada suma representa la intensidad de la imagen en ese punto. Estos datos se recopilan después para formar una imagen 1006 completa del cuerpo del sujeto, incluyendo las partes escondidas debajo de las prendas de vestir que lleva puestas. Cualquier objeto escondido como cuchillos, pistolas, etc. son fácilmente identificables ya que tienen una sección transversal de radar diferente a la de la piel humana. En aplicaciones donde la imagen sin procesar se consideraría una invasión de la privacidad, sería posible aplicar algoritmos de reconocimiento de patrones a las imágenes y visualizar únicamente los objetos seleccionados situados en un maniquí o en un modelo de alambre.

Aquellos expertos en la técnica apreciarán que una imagen completa del sujeto podría ser capturada con una sola matriz. Por ejemplo, una persona que se aproxima podría ser canalizada a través de una barrera móvil u otro tipo de guía de barrera, lo que requeriría que se dieran la vuelta a la vista completa de la matriz, permitiendo de este modo que la matriz capturara una imagen de la parte frontal y trasera del sujeto.

En la figura 12 se muestra otro ejemplo de un sistema 1100 de obtención de imágenes en tránsito, este sistema en concreto es un sistema a distancia. De nuevo se utilizan dos matrices 1101, 1102, sin embargo, en este caso las matrices son de $2,5m \times 1,25m$ y tienen 127 elementos transmisores dispuestos a lo largo de cada borde vertical y 63 elementos receptores dispuestos a lo largo de cada borde horizontal. El funcionamiento del sistema es idéntico al del sistema de obtención de imágenes de la figura 10. Es decir, a medida que el sujeto se acerca al sistema, las matrices transmiten una serie de pulsos codificados de la manera expuesta anteriormente hacia el sujeto 1104. La primera matriz 1101 comienza a capturar una imagen de la parte frontal del sujeto 1104. A medida que el sujeto pasa a través de la primera matriz 1101, la segunda matriz 1102 comienza a capturar una imagen de la parte frontal del sujeto 1104, mientras que la primera matriz 1101 comienza a capturar una imagen de la parte trasera del sujeto 1104. Una vez que el sujeto pasa a través de la segunda matriz 1102, la segunda matriz comienza a capturar una imagen de la parte trasera del sujeto 1104. En cada caso las matrices 1101 y 1102 transmiten pulsos de una longitud de onda que penetran a través de las prendas de vestir usadas por el sujeto y las imágenes frontales resultantes capturadas no son sólo las de las porciones visibles del cuerpo del sujeto, sino que también incluyen las porciones del cuerpo del sujeto ocultas por su ropa.

De nuevo, los datos de señal sin procesar resultantes capturados por los receptores se procesan conforme al esquema 1105 de procesamiento MIMO detallado anteriormente para formar una imagen 1106 completa del sujeto 1104.

- 5 Las figuras 13A a 13D son gráficos de la función de dispersión de puntos para una matriz de 2,5m x 1,25m como se utiliza en el sistema de la figura 11 que transmite en la banda X. La figura 13A muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m con un desplazamiento de 0,6 en elevación y en acimut central tomado a lo largo del eje x. Como se puede apreciar, el ancho de haz en este caso es del orden de 12,8mm. La figura 13B muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m con un desplazamiento de 0,6 en elevación y en acimut central tomado a lo largo del eje y. En este caso, el ancho de haz es del orden de 8,5mm. La figura 13C muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m sobre el centro en elevación y un desplazamiento de 0,6m en acimut tomado a lo largo del eje y. Como se puede apreciar, el ancho de haz en estas condiciones es del orden de 7,6mm. La figura 13D muestra la función de dispersión de puntos en un rango de 0,7m sobre el centro en elevación y un desplazamiento de 0,6m en acimut tomado a lo largo del eje x. Como se puede apreciar, el ancho de haz en este caso es del orden de 17,1mm.
- 10
- 15 El método de procesamiento de señales descrito en relación con los modos de realización preferidos de esta invención permite enfocar las imágenes a cualquier distancia en el campo cercano y a velocidades de fotograma que permiten imágenes de vídeo de sujetos que caminan. A partir de la descripción anterior también se apreciará que secuencias muy cortas de transmisiones simultáneas pero diferentes, preferentemente ortogonales, permiten un proceso de captura de datos muy rápido, que se completa antes de que cualquier movimiento al andar provoque cambios de fase significativos en los datos. En disposiciones en donde se agrupa la multiplicidad de señales, el tiempo de procesamiento puede reducirse considerablemente debido a que los desplazamientos de fase requeridos se aplican solamente a una suma en lugar de a señales de trayectorias individuales. Esta reducción de tiempo también es importante para permitir la obtención de imágenes de rápida velocidad de vídeo.
- 20
- 25 En la actualidad, el solicitante está investigando la viabilidad de construir una versión de mano del sistema de obtención de imágenes de acuerdo con la presente invención. Esta unidad en concreto podría utilizar una matriz cuadrada de aproximadamente 600mm x 600mm con 64 elementos dispuestos a lo largo de cada lado y capaces de transmitir a una frecuencia de 95GHz.
- 30 Ha de entenderse que los modos de realización anteriores han sido proporcionados sólo como modo de ejemplo de esta invención, y que las modificaciones y mejoras adicionales a los mismos, como sería evidente para las personas expertas en la técnica relevante, se considera que se encuentran dentro del amplio alcance y ámbito de aplicación de la presente invención descrita en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de obtención de imágenes de radar para capturar una imagen de un objeto dentro de un área de interés a través de al menos un impedimento visual, dicho sistema que comprende:
al menos una matriz (101a, 101b, 102a, 102b) de radar, dicha matriz que incluye:
 - 5 una pluralidad de elementos (103) transmisores; y,
una pluralidad de elementos (106) receptores para recibir una pluralidad de señales de retorno codificadas reflejadas desde el objeto a través de dicho al menos un impedimento visual, estando dispuestos los elementos transmisor y receptor de manera que formen una matriz planar en donde los elementos transmisor y receptor estén situados adyacentes al perímetro de la matriz; y
 - 10 al menos uno (110) acoplado a los elementos transmisor y receptor, estando configurado dicho procesador para:
controlar la transmisión periódica de una pluralidad de pulsos codificados de dichos elementos transmisores hacia el objeto y dicho al menos un impedimento visual, cada pulso que tiene un código de firma diferente que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejado por el objeto;
 - 15 decodificar la pluralidad de señales de retorno codificadas reflejadas desde el objeto a través de dicho al menos un impedimento visual recibido por cada uno de los elementos receptores;
extraer de las señales de retorno decodificadas una multiplicidad de señales capturadas para cada trayectoria del transmisor al receptor;
 - 20 caracterizado porque el procesador está además configurado para enfocar la multiplicidad de señales en todos los puntos de interés dentro del área de interés mediante la alineación de la multiplicidad de señales capturadas para que sean coincidentes en fase y tiempo desde un punto concreto dentro del área de interés, mediante la determinación, para cada punto de interés para cada par de elemento transmisor y receptor, de la distancia de ida y vuelta entre el elemento transmisor, el punto de interés y el elemento receptor, que convierte la distancia de ida y vuelta en tiempo de retardo y eliminando el tiempo de retardo de la señal capturada para ese par de elemento transmisor/elemento receptor; y sumar las señales alineadas para producir una imagen del objeto.
- 25 2. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 1, en donde cada código de firma se forma a partir de una secuencia de frecuencias portadoras seleccionadas de un conjunto de frecuencias predeterminadas.
- 30 3. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los elementos transmisores transmiten una pluralidad de pulsos utilizando un esquema de multiplexación por división de código, por lo que cada uno de los transmisores transmite simultáneamente un pulso codificado de la misma frecuencia que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejadas por uno o más objetos dentro del rango.
- 35 4. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 3, en donde cada pulso se codifica con diferentes modulaciones de fase o de amplitud.
- 40 5. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los elementos transmisores transmiten una pluralidad de pulsos conforme a un esquema de multiplexación por división de frecuencia, en donde cada pulso es una frecuencia portadora seleccionada a partir de un conjunto de frecuencias predeterminadas que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejadas por uno o más objetos dentro del rango.
- 45 6. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 5, en donde las frecuencias portadoras de los pulsos se someten a ciclos de manera incremental después de cada transmisión, de modo que cada elemento transmisor transmite un conjunto completo de pulsos que cubren todas las frecuencias predeterminadas.
7. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde los pulsos se transmiten conforme a un esquema de multiplexación por división de frecuencias ortogonales.
8. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en las reivindicaciones 6 o 7, en donde la transmisión de los pulsos es escalonada, por lo que cada elemento transmisor transmite una frecuencia portadora diferente dentro de la secuencia de pulsos de aquella del(los) elemento(s) transmisor(es) adyacente(s). En el nombre Teledyne Australia Pty Ltd.
- 50 9. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el número de pasos de frecuencia L es igual o mayor que el número de elementos transmisores N.

10. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 9, en donde los elementos receptores están dispuestos de manera que cada elemento receptor capta secuencias $L \cdot M$, donde M es el número de elementos receptores.
- 5 11. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en donde se mantiene una separación de frecuencia constante entre las frecuencias portadoras de cada pulso.
12. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde se emplea la compresión de pulsos.
13. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el impedimento visual es una prenda de vestir.
- 10 14. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el impedimento visual es un fenómeno ambiental.
15. Un sistema de obtención de imágenes de radar como se reivindica en la reivindicación 14, en donde el fenómeno ambiental se selecciona de uno de los siguientes: baja luz visible, oscuridad total, una nube de partículas, humo o una nube de vapor.
- 15 16. Un método para capturar una imagen de un objeto dentro de un área de interés a través de al menos un impedimento visual, dicho método que comprende las etapas de:
- 20 transmitir periódicamente una pluralidad de pulsos codificados desde una pluralidad de elementos transmisores hacia el área de interés; teniendo cada pulso un código de firma diferente que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejadas por uno o más objetos dentro del rango;
- recibir en una pluralidad de elementos receptores una pluralidad de señales de retorno codificadas reflejadas desde el objeto a través de dicho al menos un impedimento visual, estando dispuestos los elementos transmisor y receptor para que formen una matriz planar donde los elementos transmisor y receptor se sitúen adyacentes al perímetro de la matriz;
- 25 decodificar la pluralidad de señales de retorno codificadas recibidas por cada uno de los elementos receptores;
- extraer de las señales de retorno decodificadas una multiplicidad de señales captadas para cada trayecto del transmisor al receptor;
- caracterizado porque el método comprende además las etapas de
- 30 enfocar la multiplicidad de señales en todos los puntos de interés dentro del área de interés, mediante la alineación de la multiplicidad de señales captadas para que sean coincidentes en fase y tiempo desde un punto en concreto dentro del área de interés, mediante la determinación, para cada punto de interés para cada par de elemento transmisor y receptor, de la distancia de ida y vuelta entre el elemento transmisor, el punto de interés y el elemento receptor, que convierte la distancia de ida y vuelta en un tiempo de retardo y que elimina el tiempo de retardo de la señal captada para ese par de elemento transmisor/elemento receptor; y,
- 35 sumar las señales alineadas para producir una imagen del objeto.
17. Un método como se reivindica en la reivindicación 16, en donde cada código de firma se forma a partir de una secuencia de frecuencias portadoras seleccionadas de un conjunto de frecuencias predeterminadas.
- 40 18. Un método como se reivindica en la reivindicación 16, en donde los elementos transmisores transmiten una pluralidad de pulsos utilizando un esquema de multiplexación por división de código. Por lo que cada transmisor transmite simultáneamente un pulso codificado de la misma frecuencia que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejadas por uno o más objetos dentro del rango.
19. Un método como se reivindica en la reivindicación 18, en donde cada pulso se codifica con diferentes modulaciones de fase o amplitud.
- 45 En el nombre de Teledyne Australia Pty Ltd.
20. Un método como se reivindica en la reivindicación 16, en donde los elementos transmisores transmiten una pluralidad de pulsos conforme a un esquema de multiplexación por división de frecuencia, en donde cada pulso es una frecuencia portadora seleccionada a partir de un conjunto de frecuencias predeterminadas que permite a los elementos de recepción separar las señales de retorno para cada elemento de transmisión reflejadas por uno o más objetos dentro de un rango.
- 50

21. Un método como se reivindica en la reivindicación 20, en donde las frecuencias portadoras de los pulsos se someten a ciclos de manera incremental después de cada transmisión, de modo que cada elemento transmisor transmite un conjunto completo de pulsos que cubren todas las frecuencias predeterminadas.
- 5 22. Un método como se reivindica en las reivindicaciones 20 o 21, en donde los pulsos se transmiten conforme al esquema de multiplexación por división de frecuencias ortogonales.
23. Un método como se reivindica en las reivindicaciones 21 o 22, en donde la transmisión de los pulsos es escalonada, por lo que cada elemento transmisor transmite una frecuencia portadora diferente dentro de la secuencia de pulsos de aquella del(los) elemento(s) transmisor(es) adyacente(s).
- 10 24. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, en donde el número de pasos de frecuencia es igual o mayor que el número de elementos transmisores N.
25. Un método como se reivindica en la reivindicación 24, en donde los elementos receptores están dispuestos de manera que cada elemento receptor capta secuencias $L \cdot M$, donde M es el número de elementos receptores.
26. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, en donde se mantiene una separación de frecuencia constante entre las frecuencias portadoras de cada pulso.
- 15 27. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 16 a 26, en donde se emplea la compresión de pulsos.
28. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, en donde el impedimento visual es una prenda de vestir.
- 20 29. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, en donde el impedimento visual es un fenómeno ambiental.
30. Un método como se reivindica en la reivindicación 29, en donde el fenómeno ambiental se selecciona de entre los siguientes: baja luz visible, oscuridad total, una nube de partículas, humo o una nube de vapor.

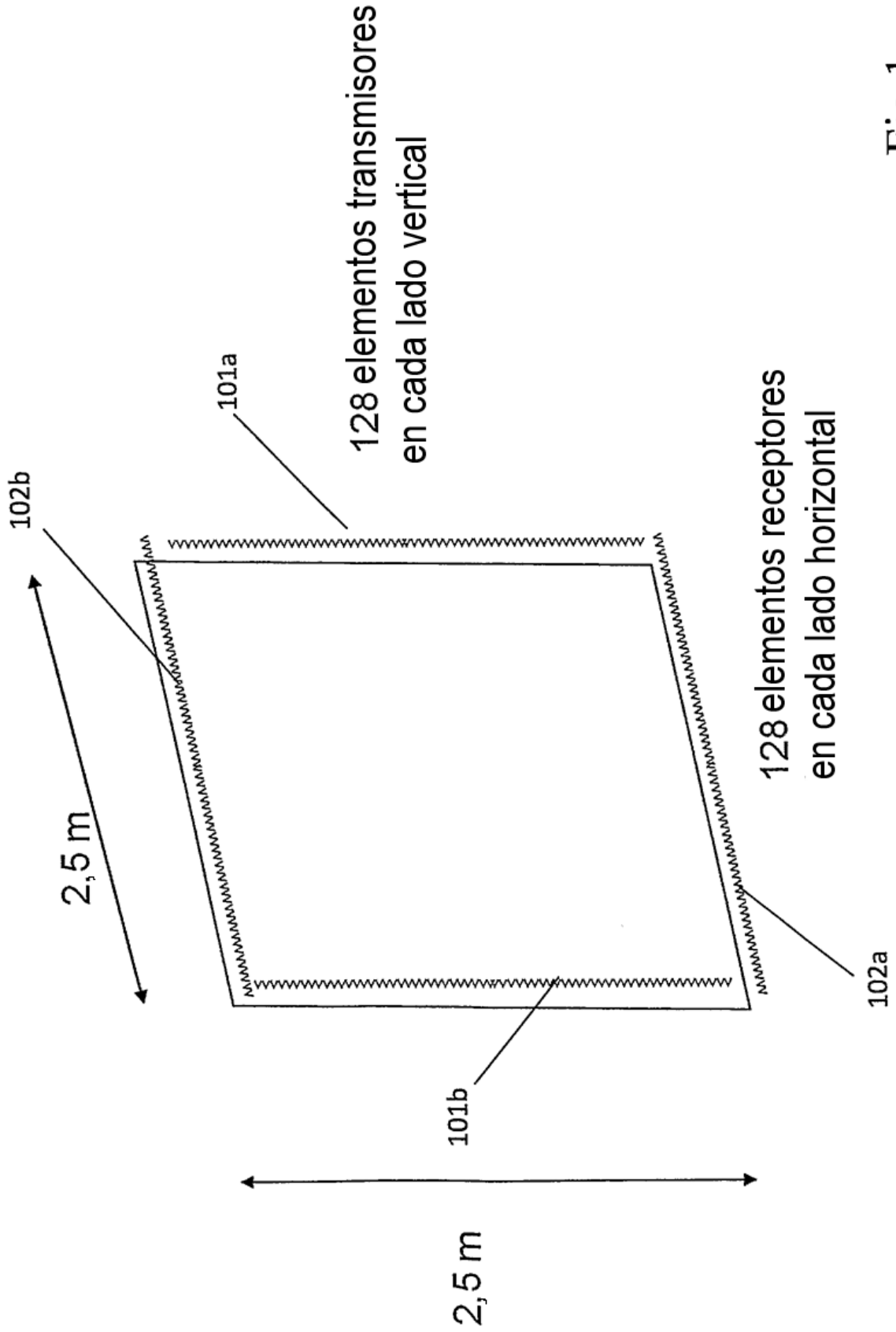


Fig 1

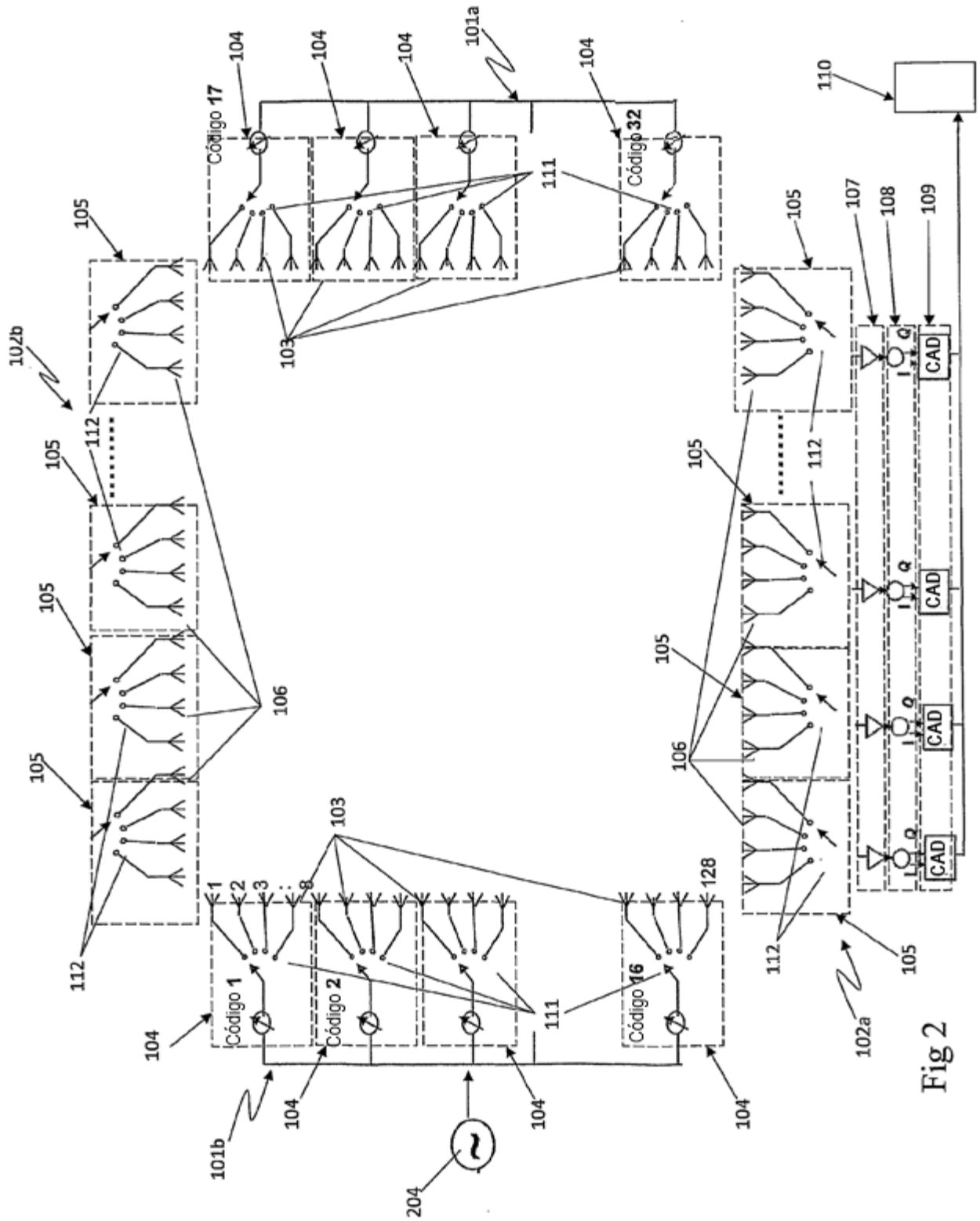


Fig 2

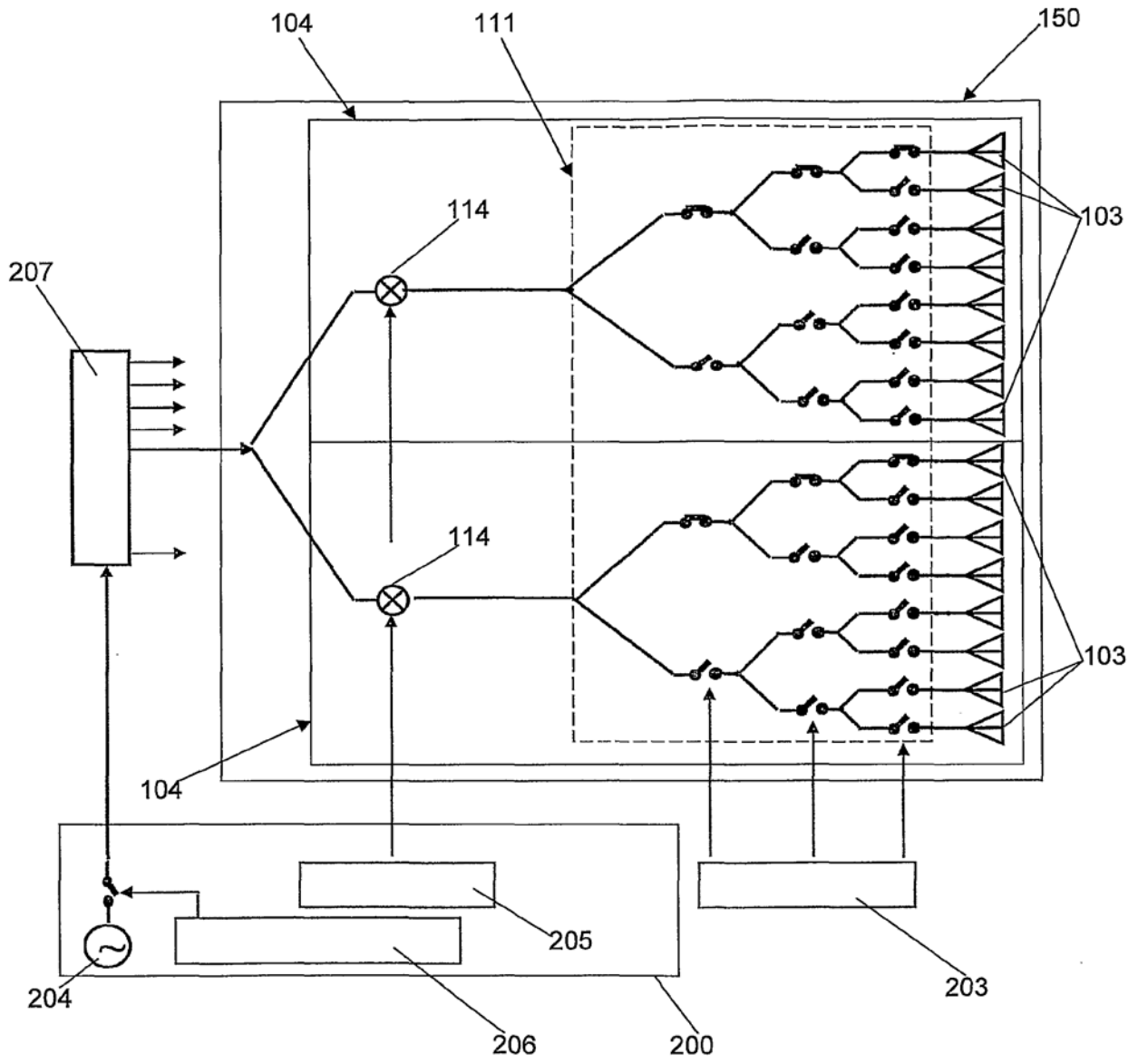


Fig 3A

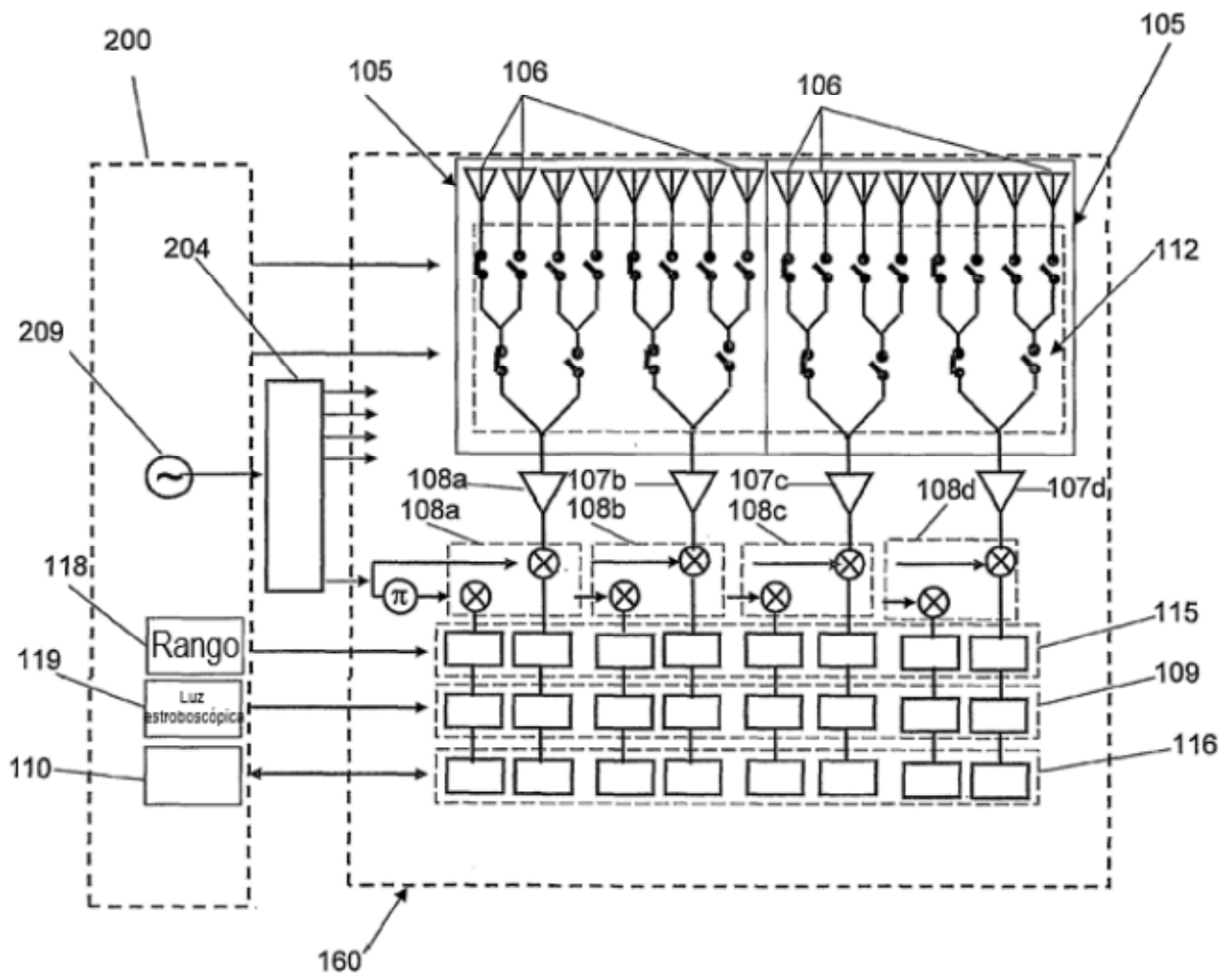


Fig 3B

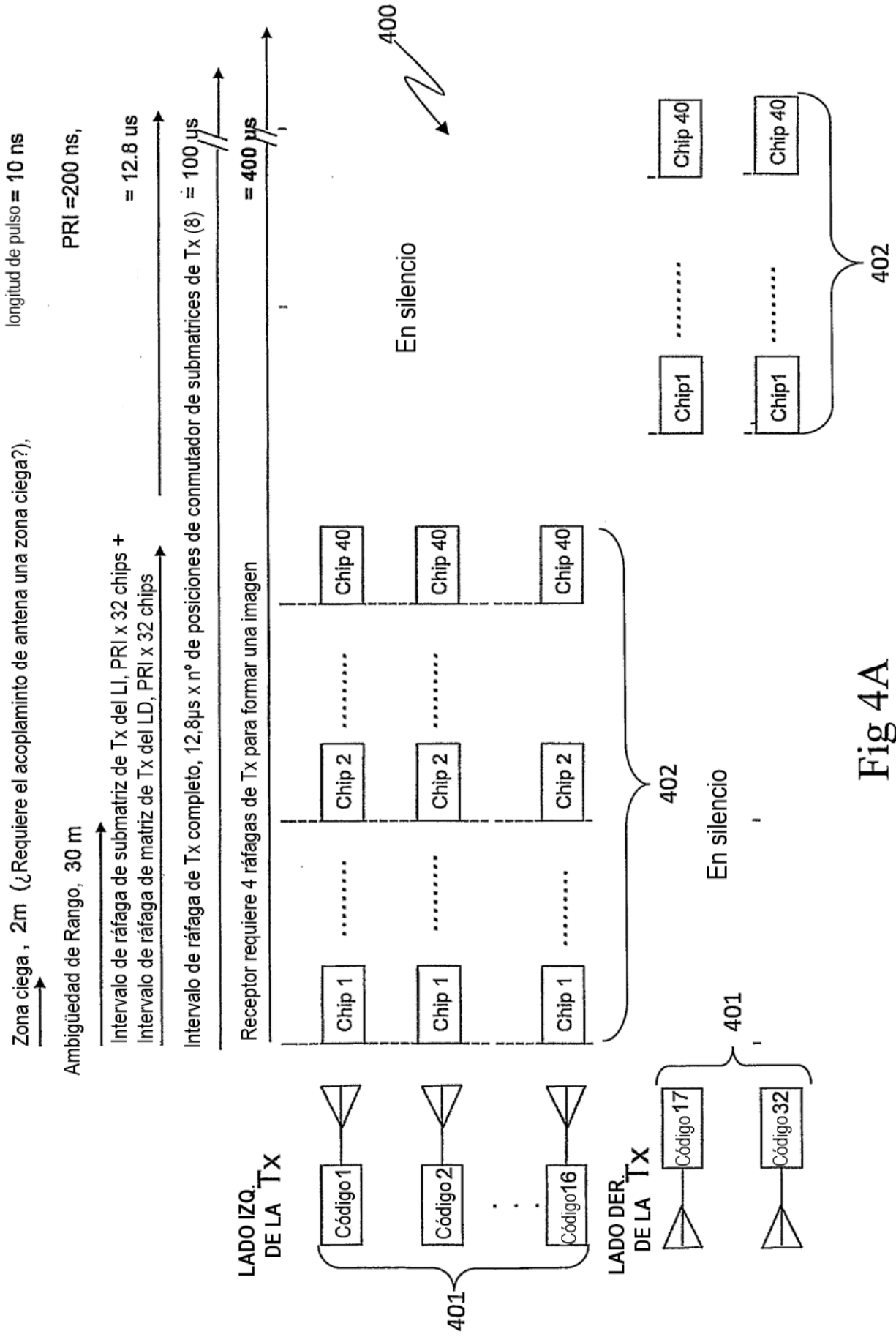


Fig 4A

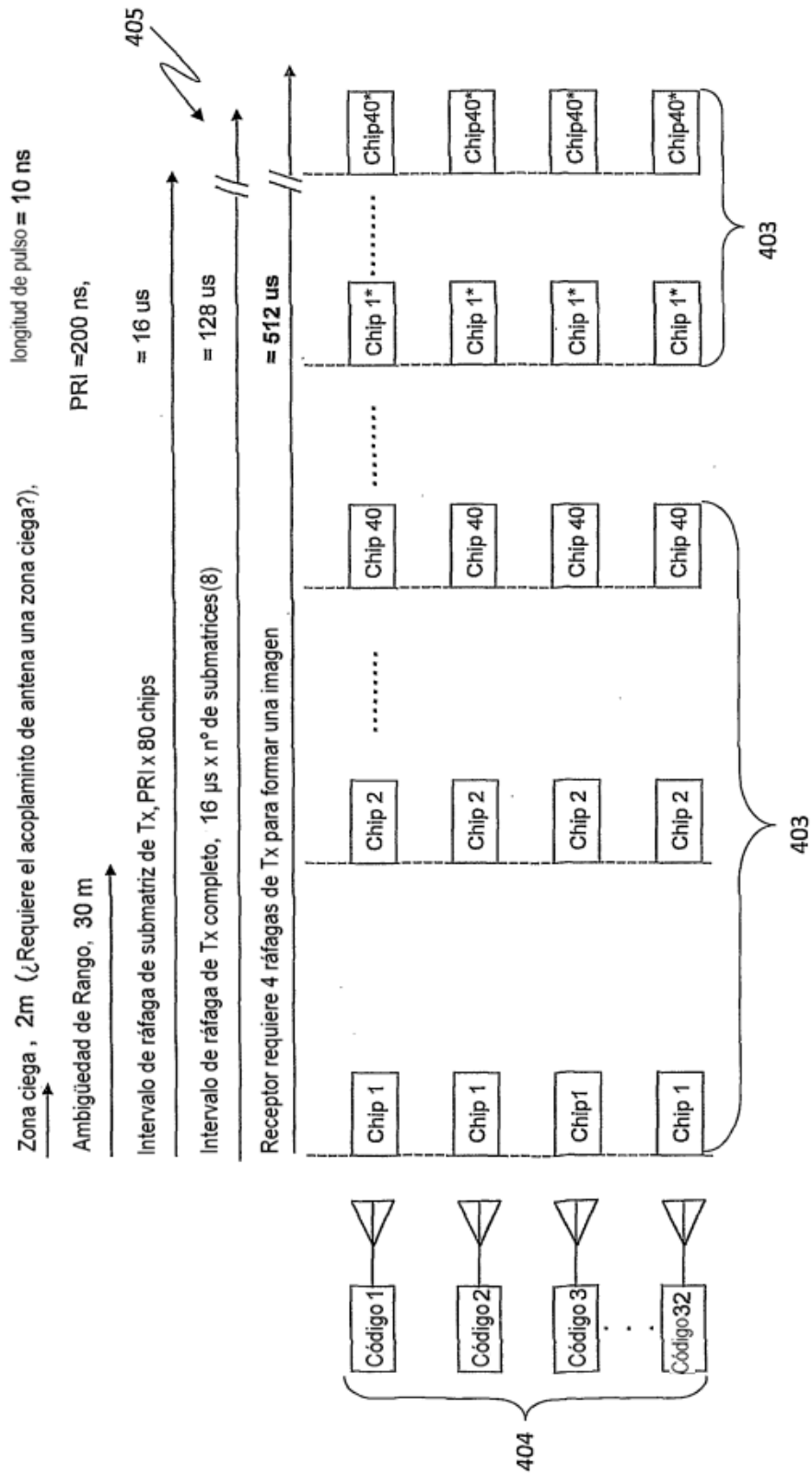


Fig 4B

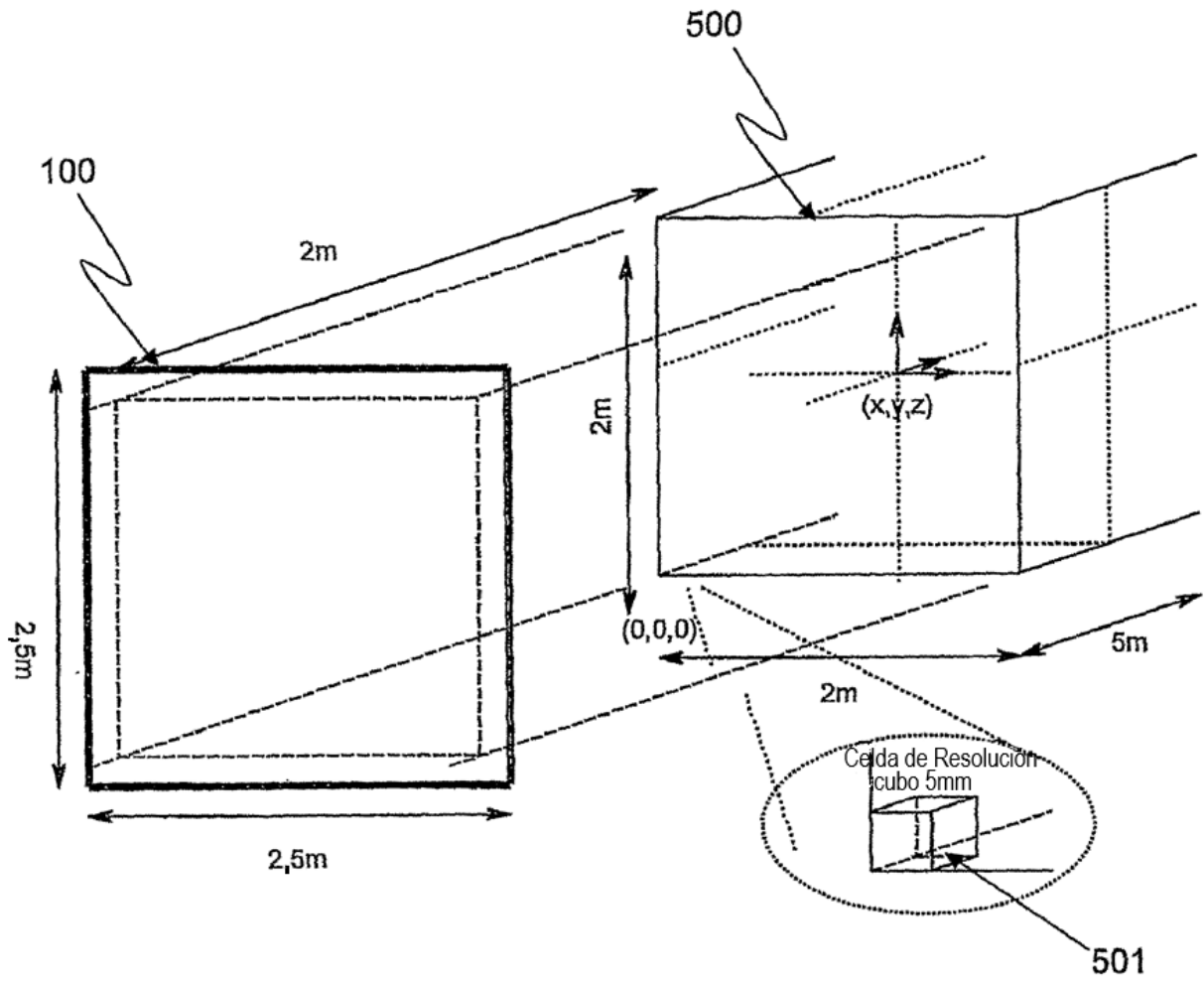


Fig 5

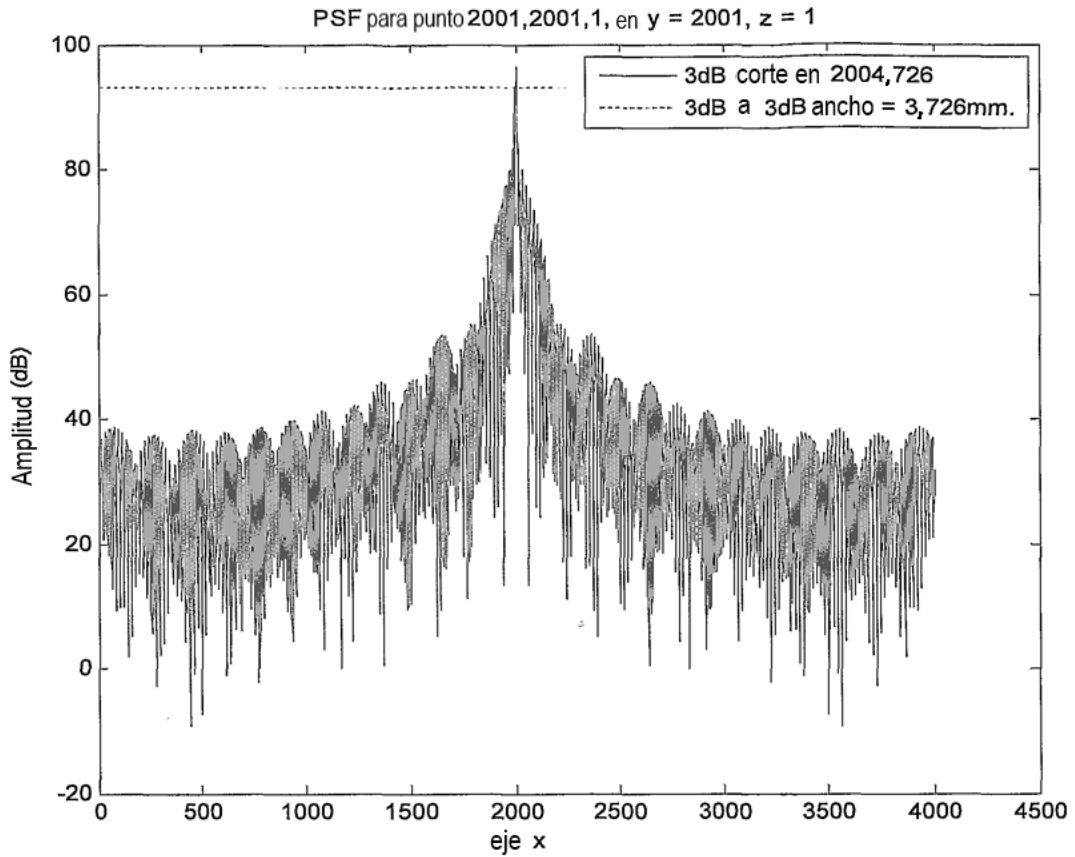


Fig 6A

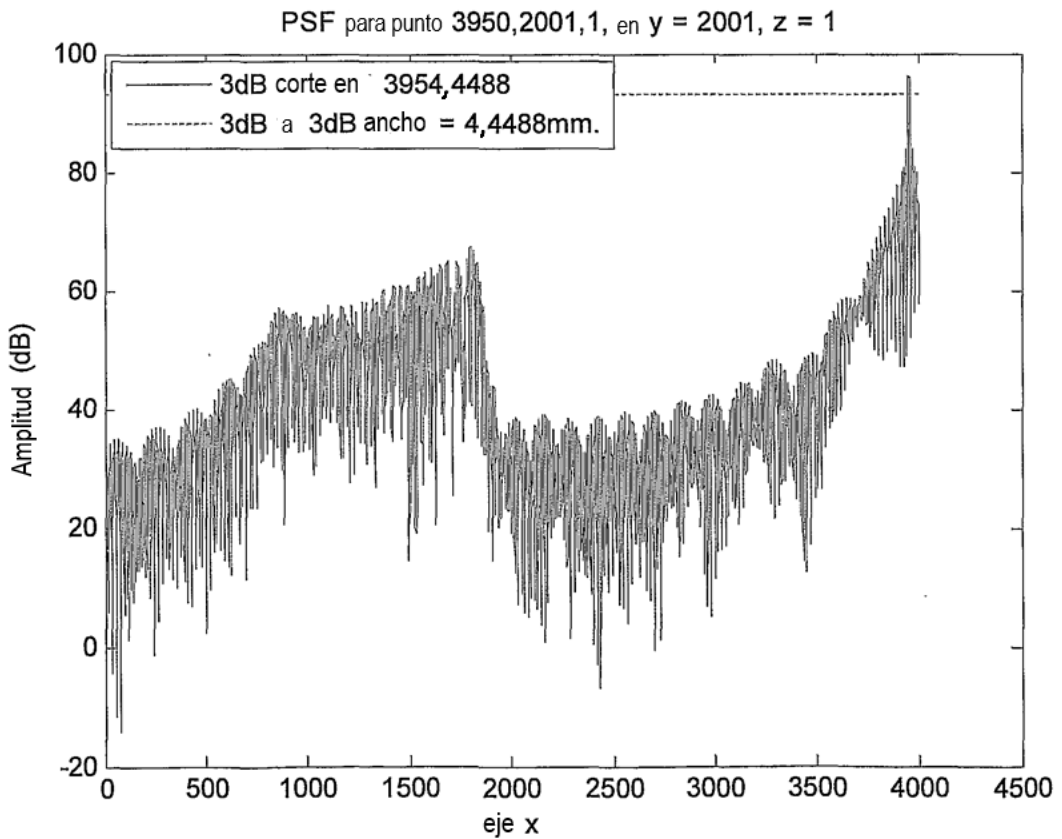


Fig 6B

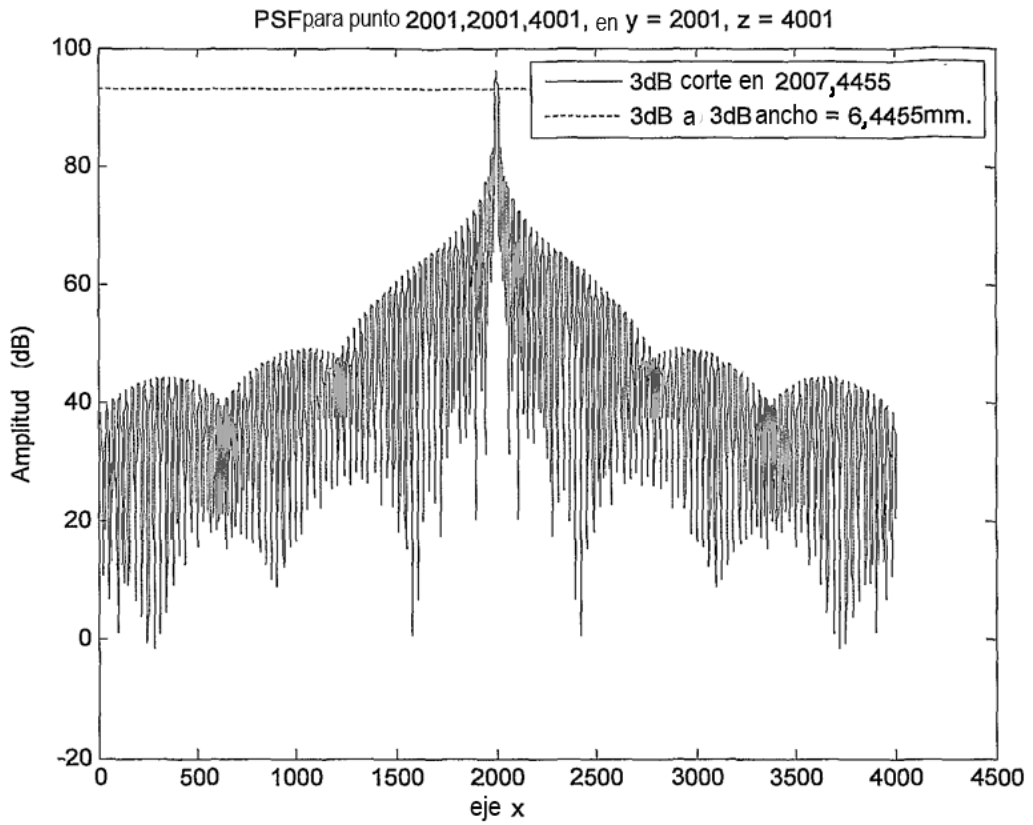


Fig 6C

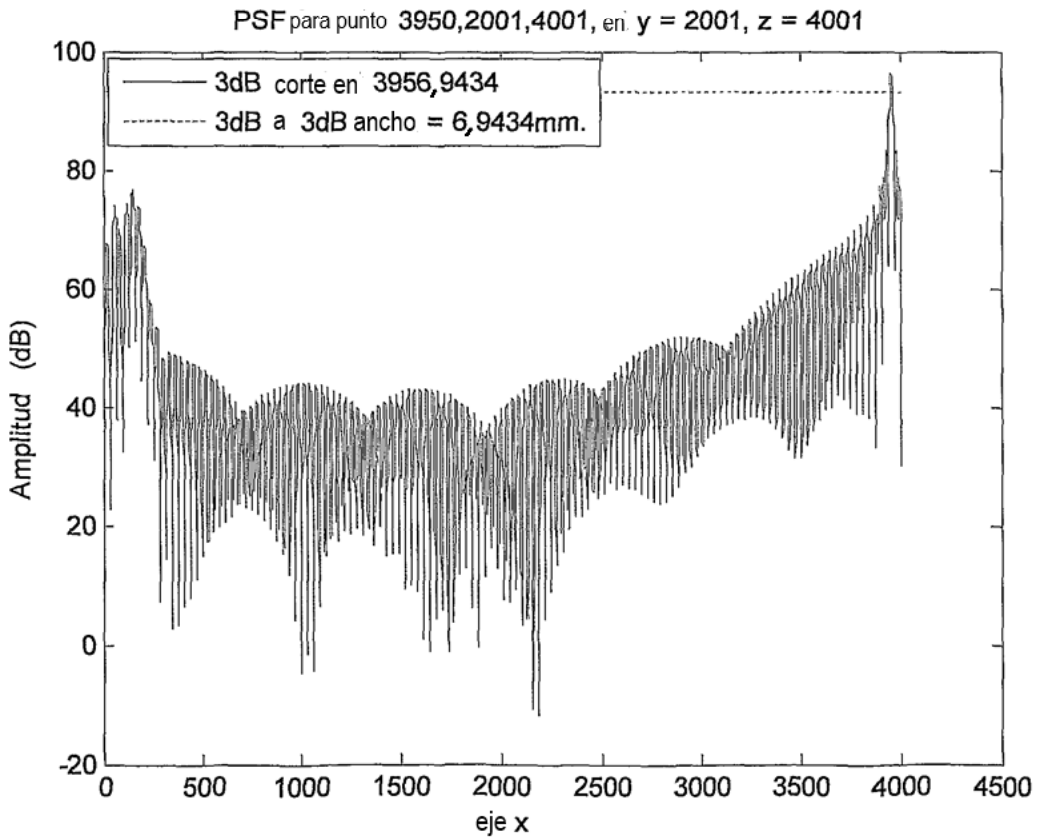


Fig 6D

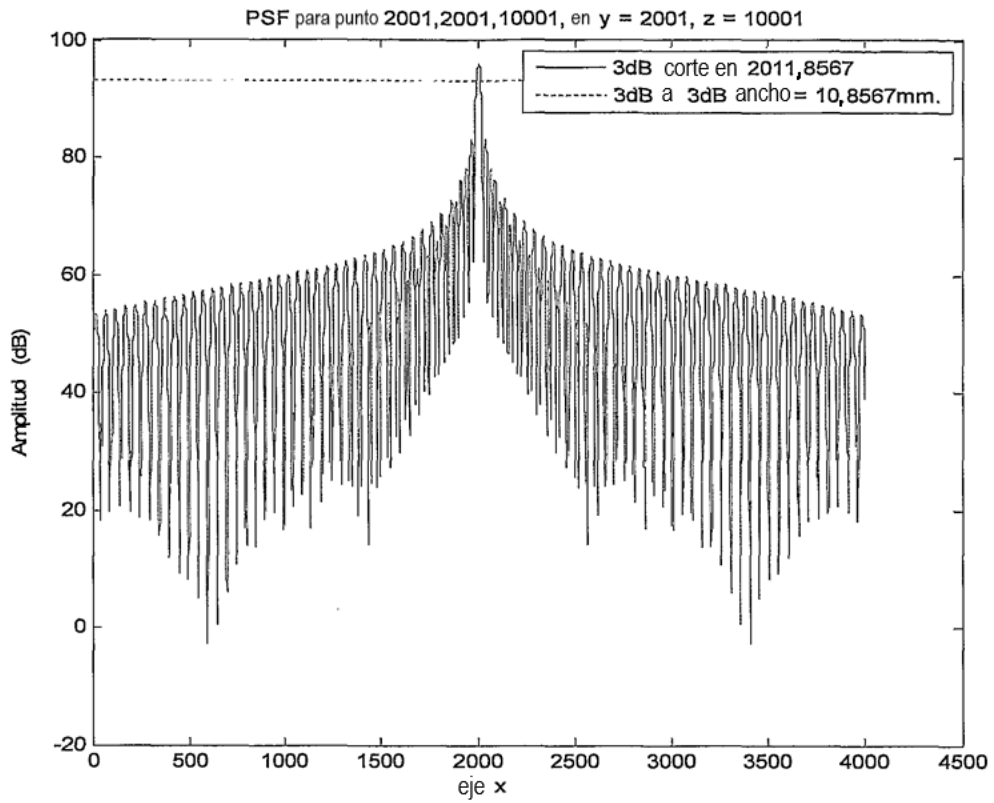


Fig 6E

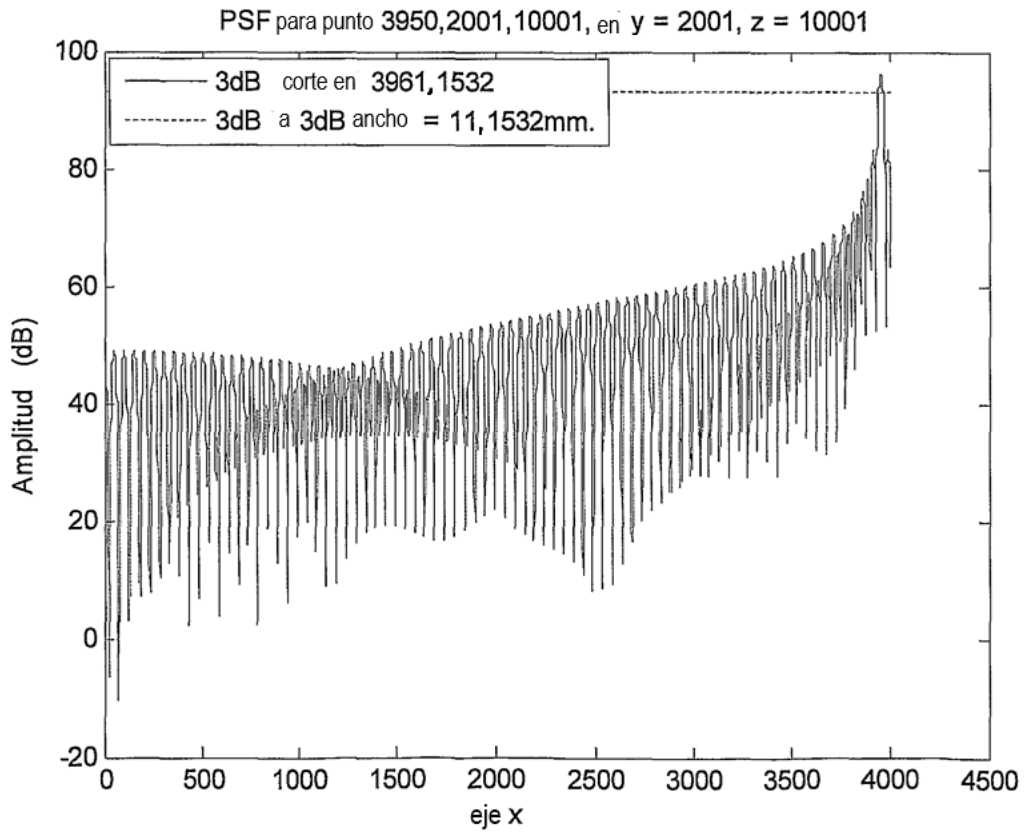


Fig 6F

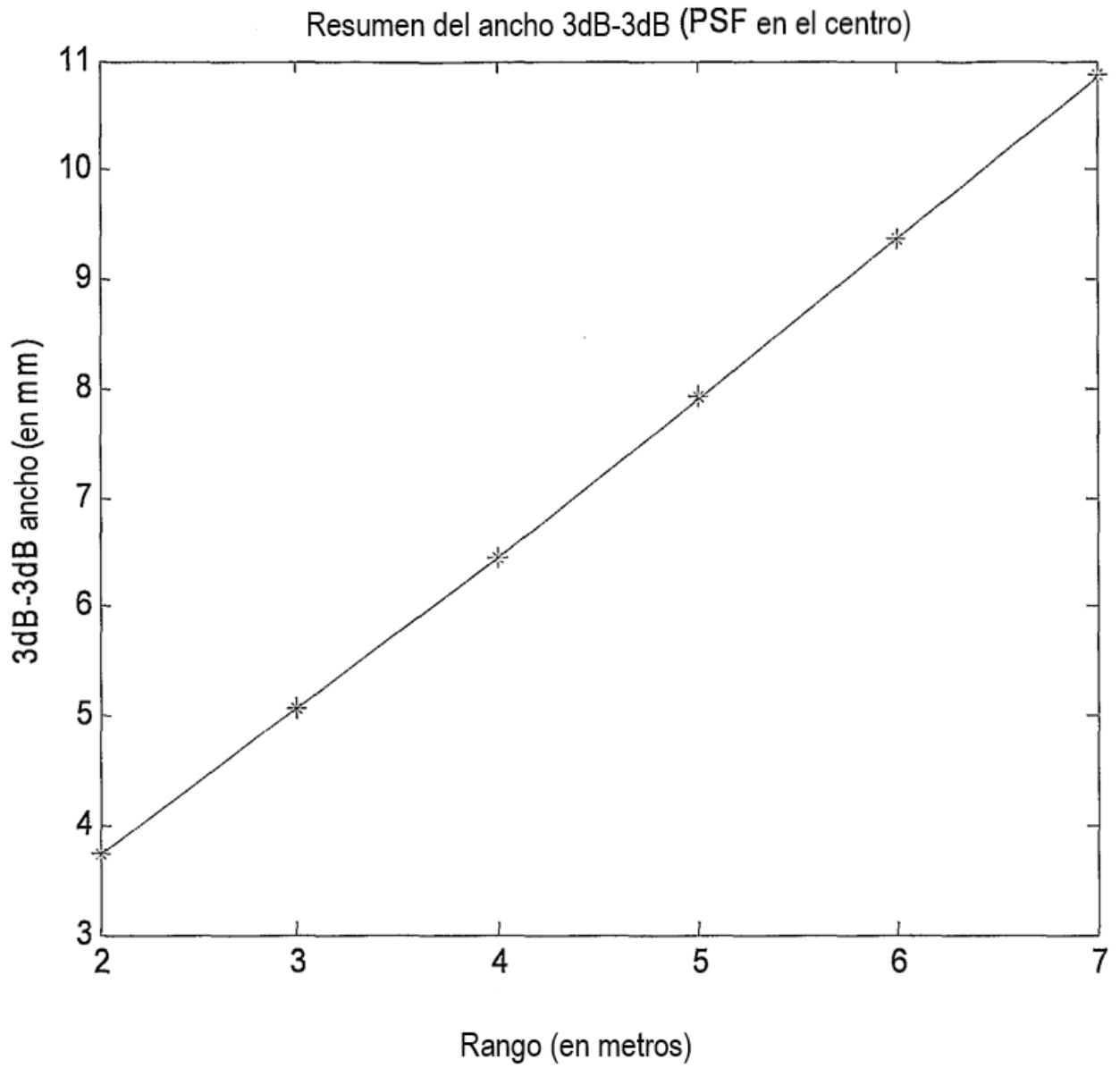


Fig 7

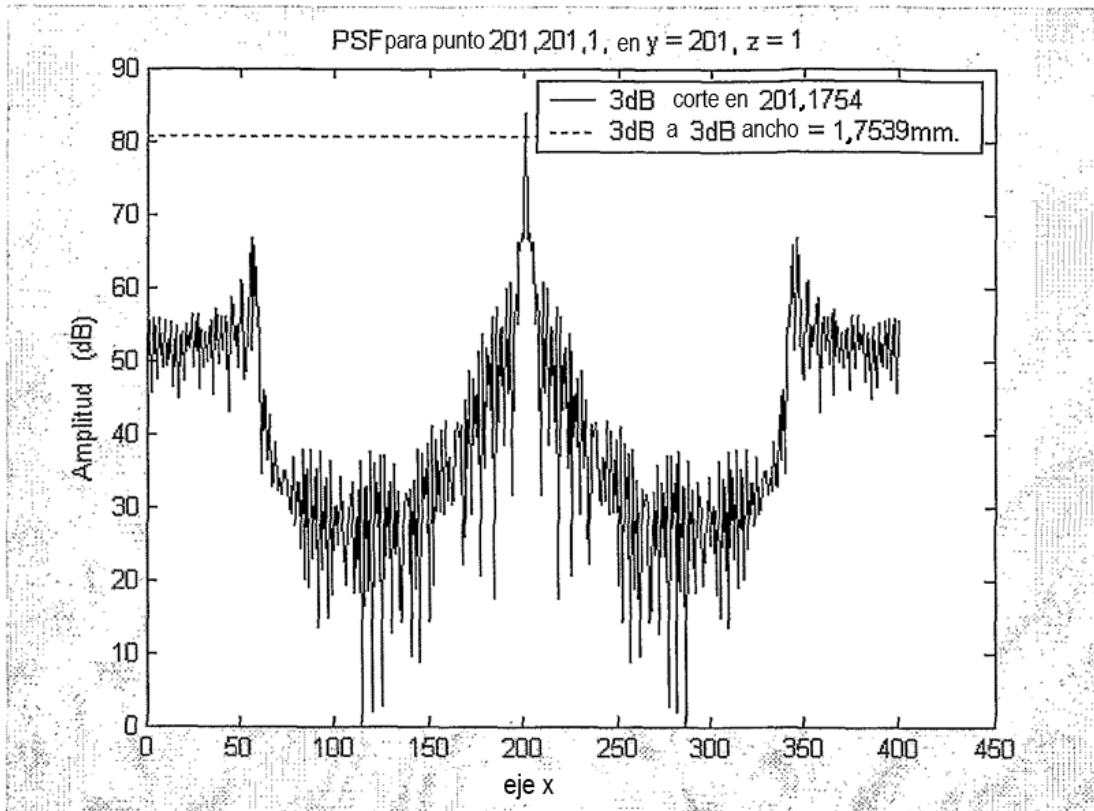


Fig 8A

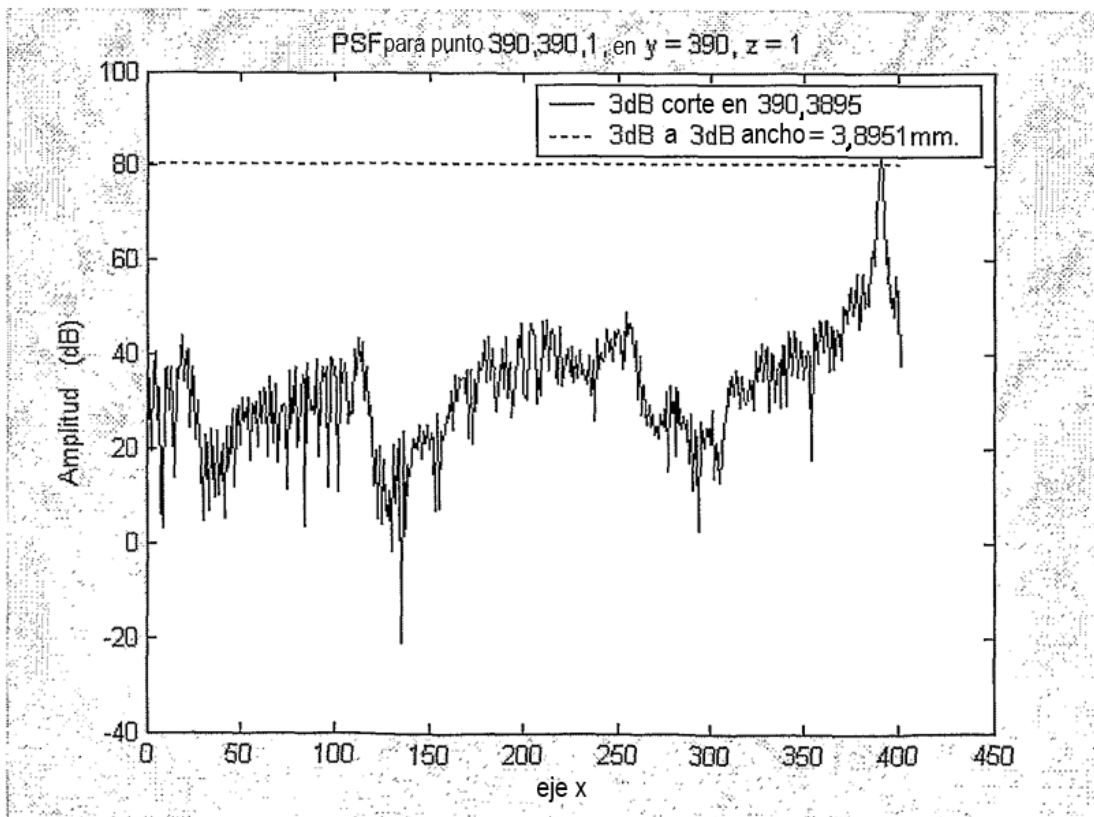


Fig 8B

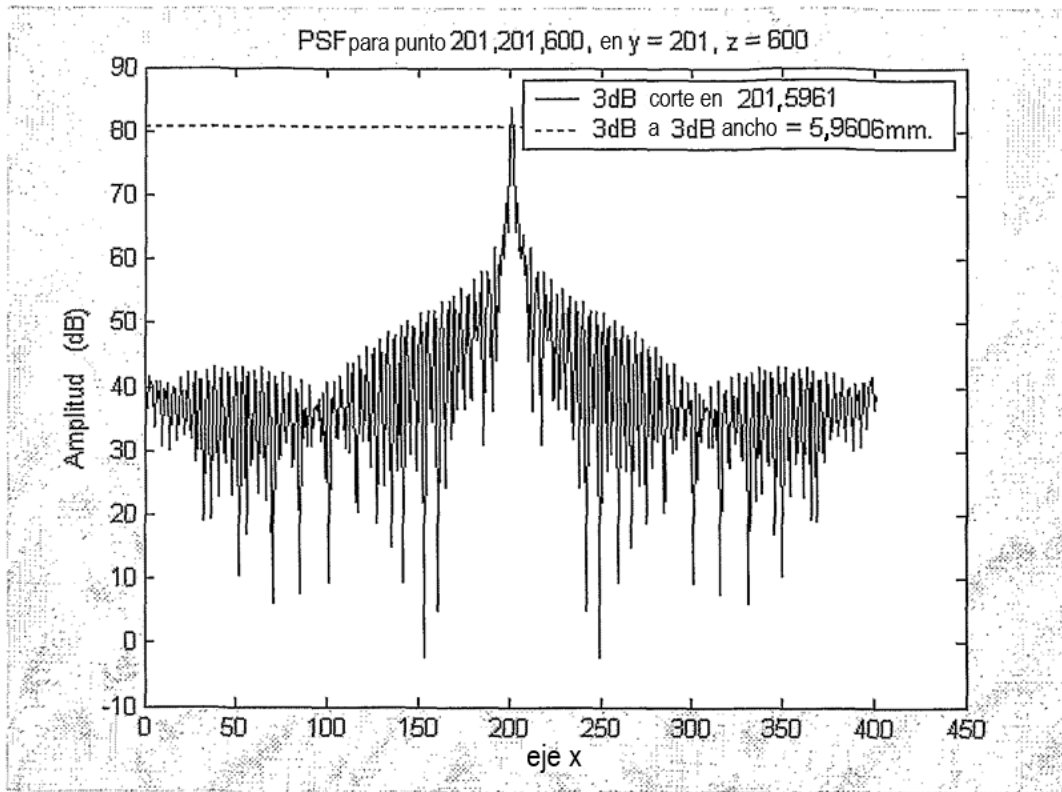


Fig 8C

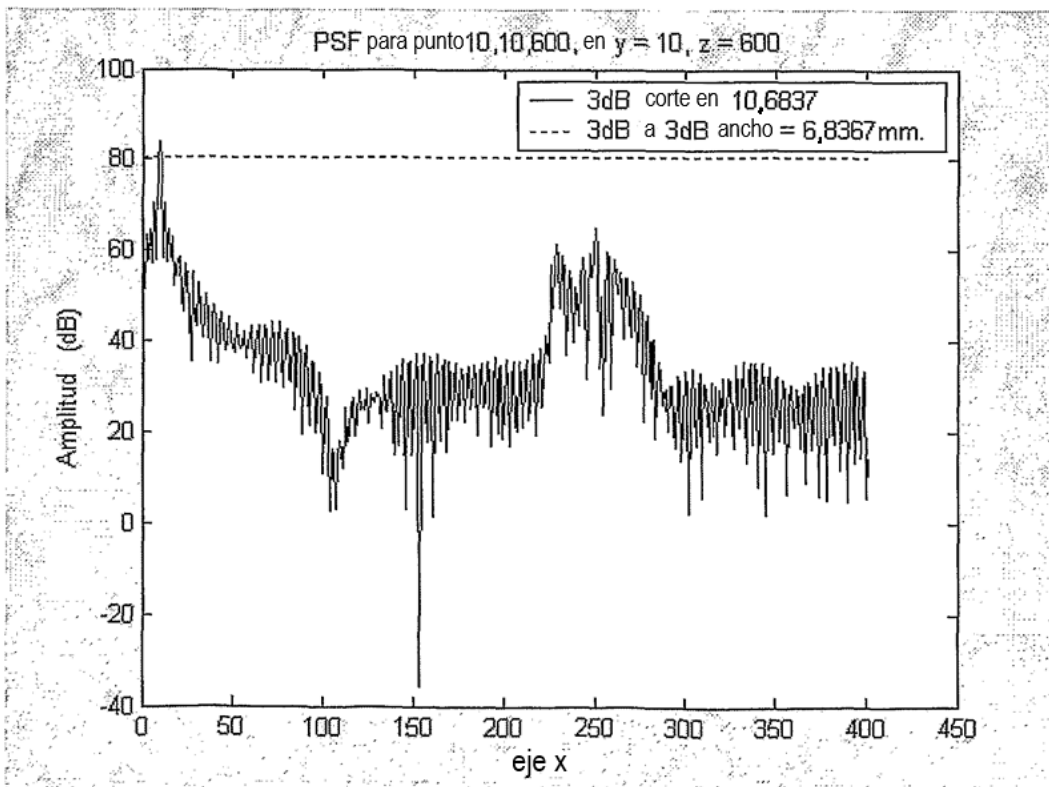


Fig 8D

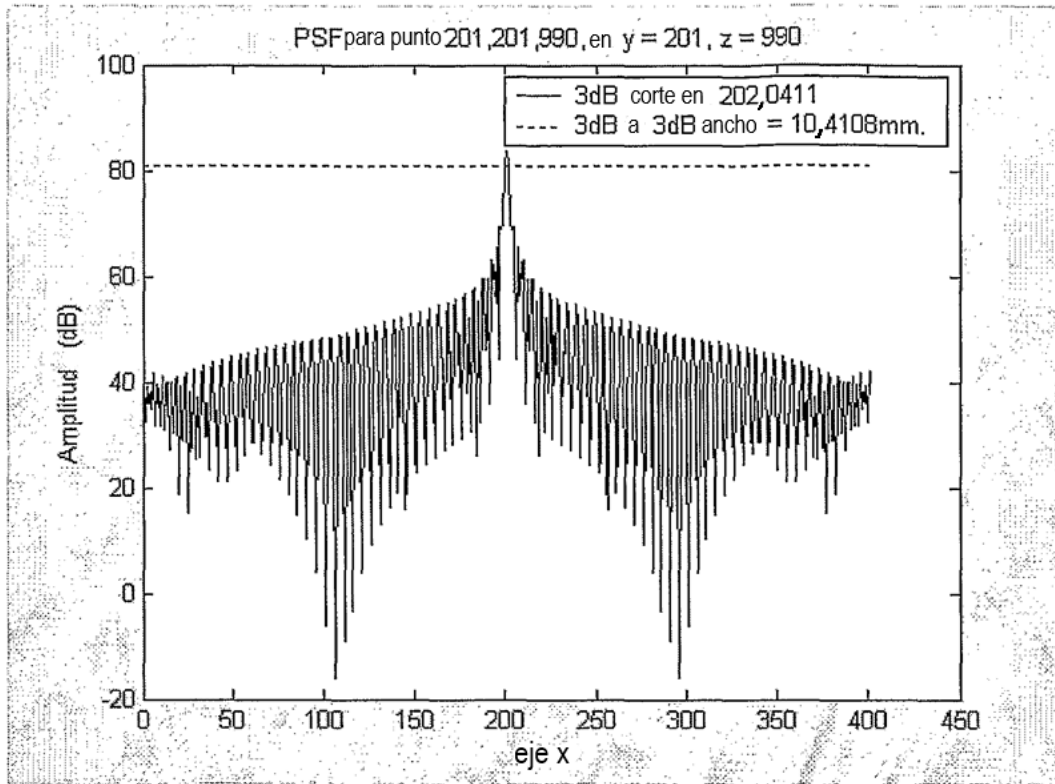


Fig 8E

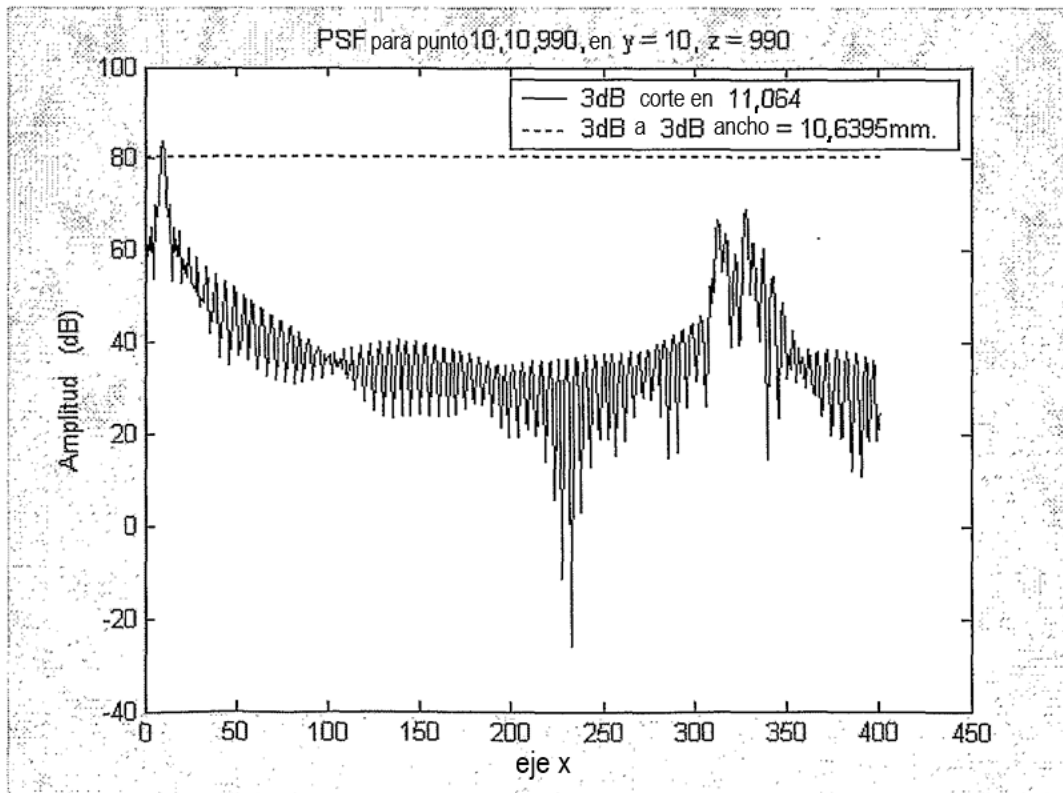


Fig 8F

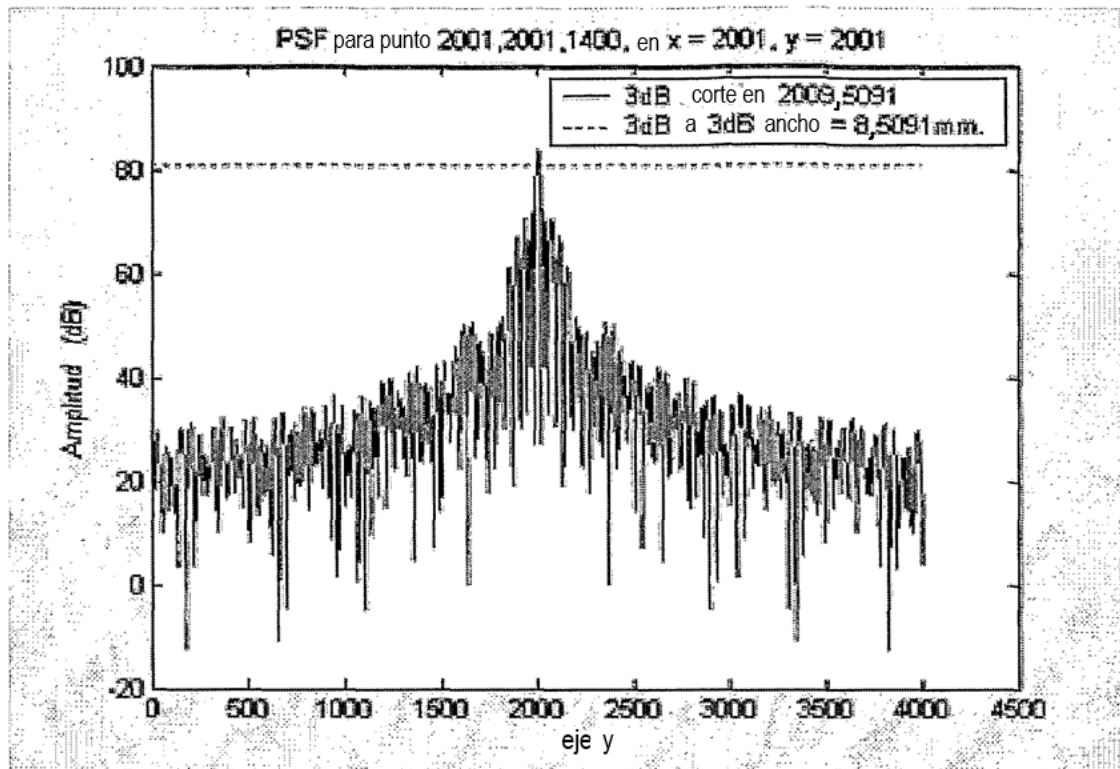


Fig 9A

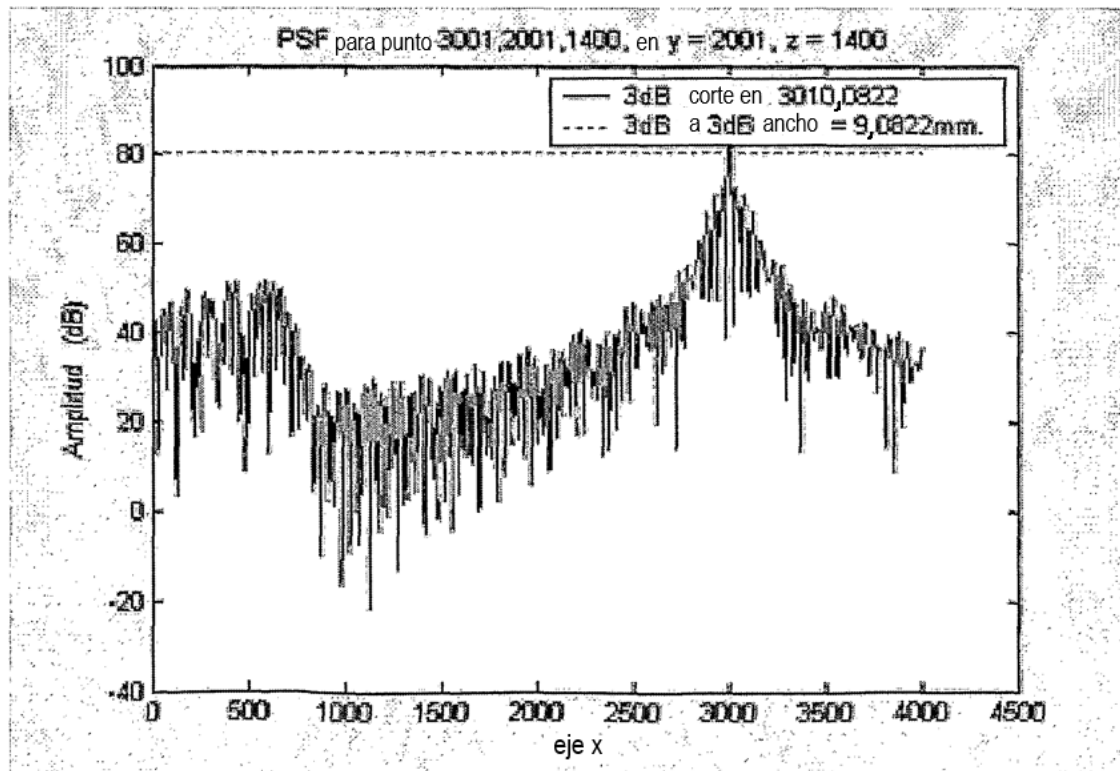


Fig 9B

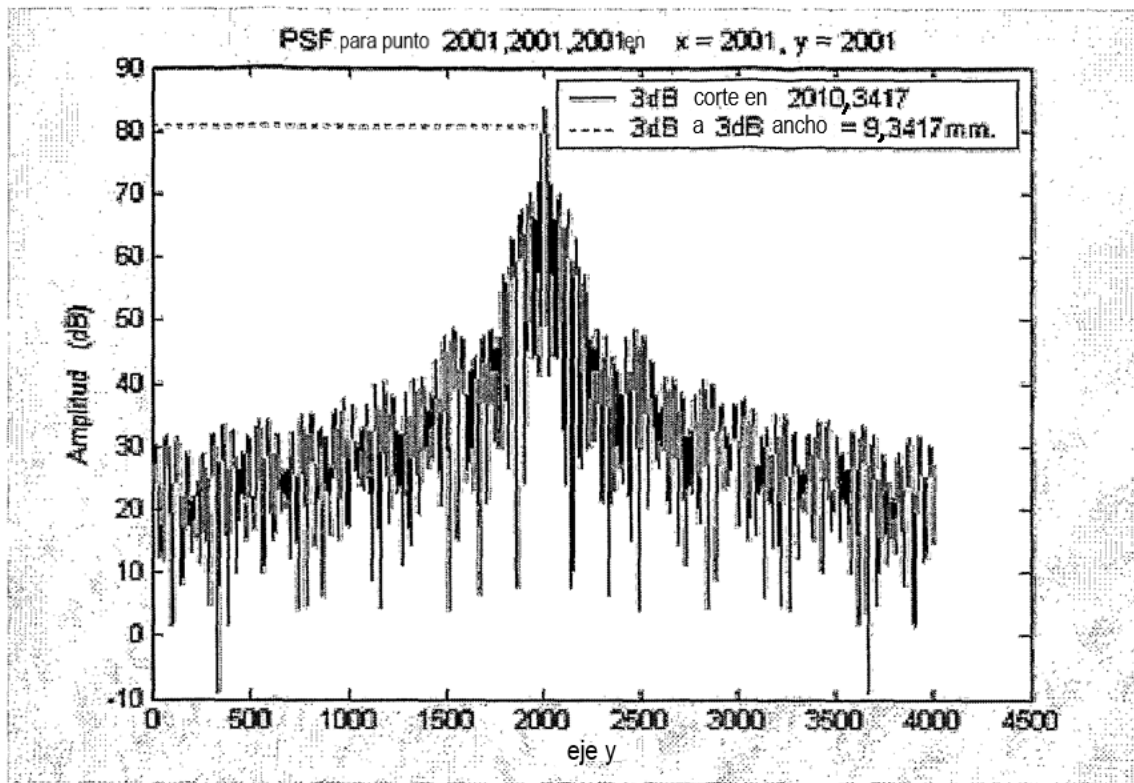


Fig 9C

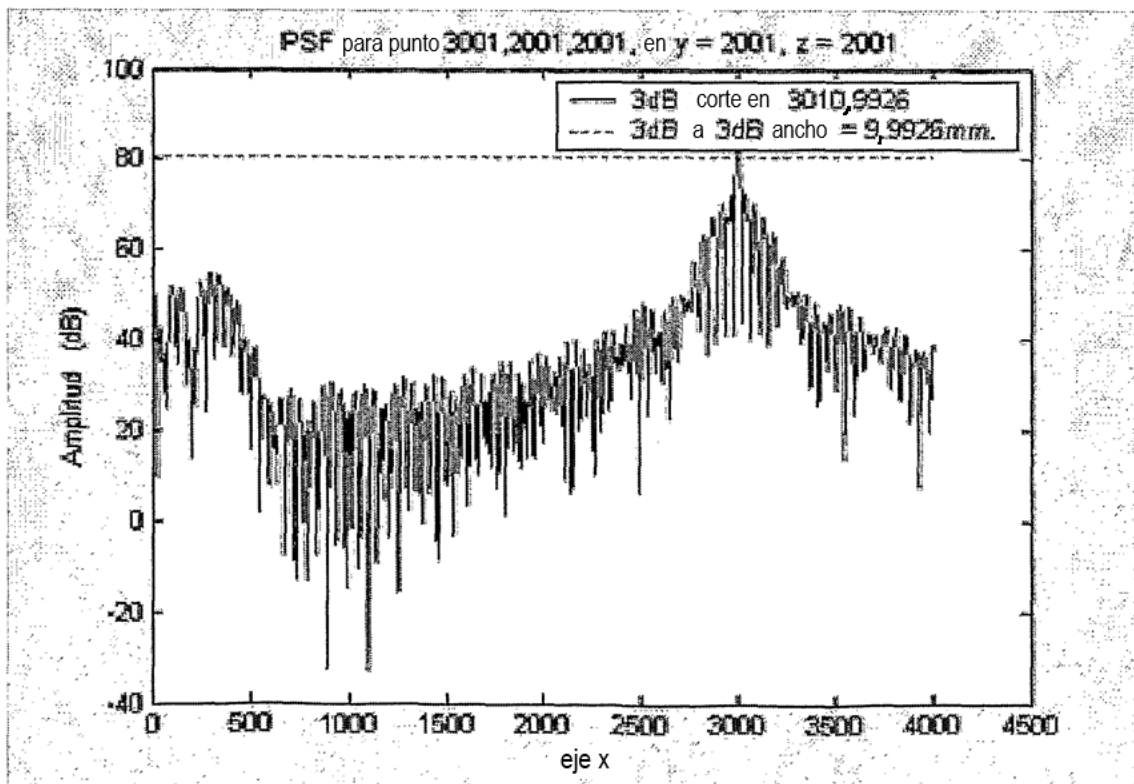


Fig 9D

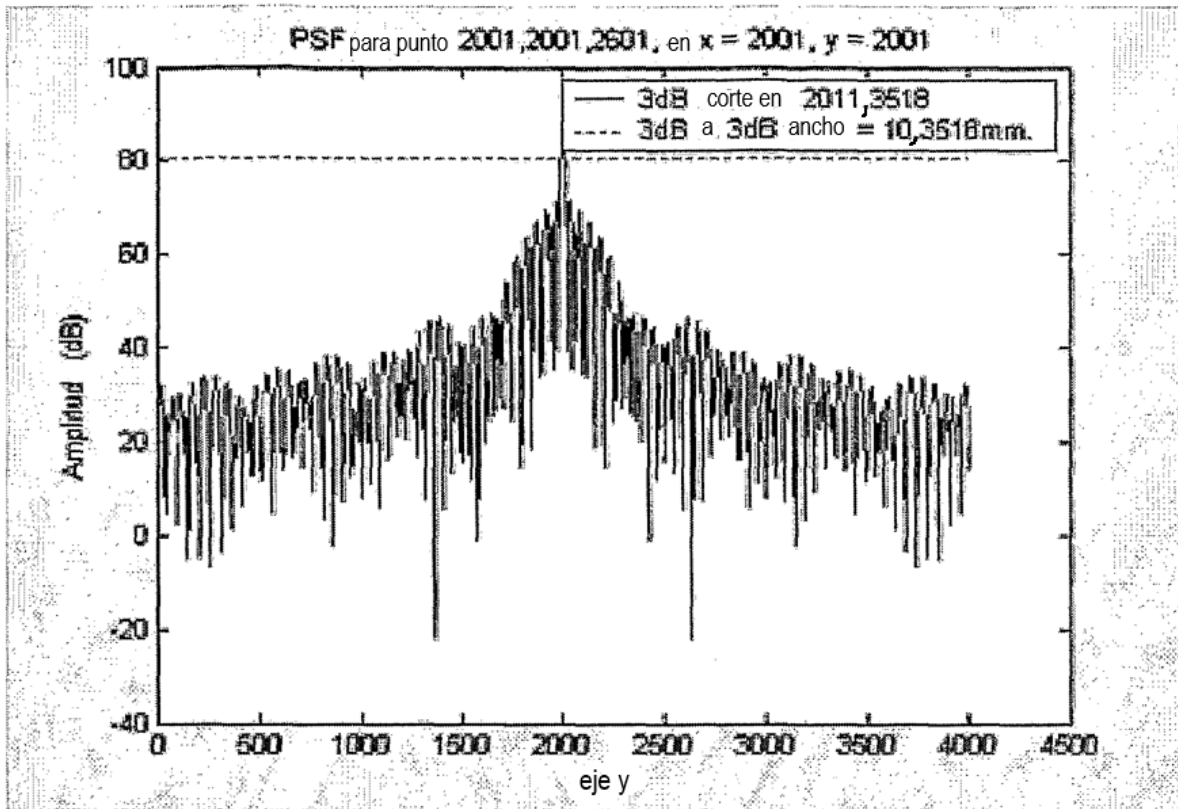


Fig 9E

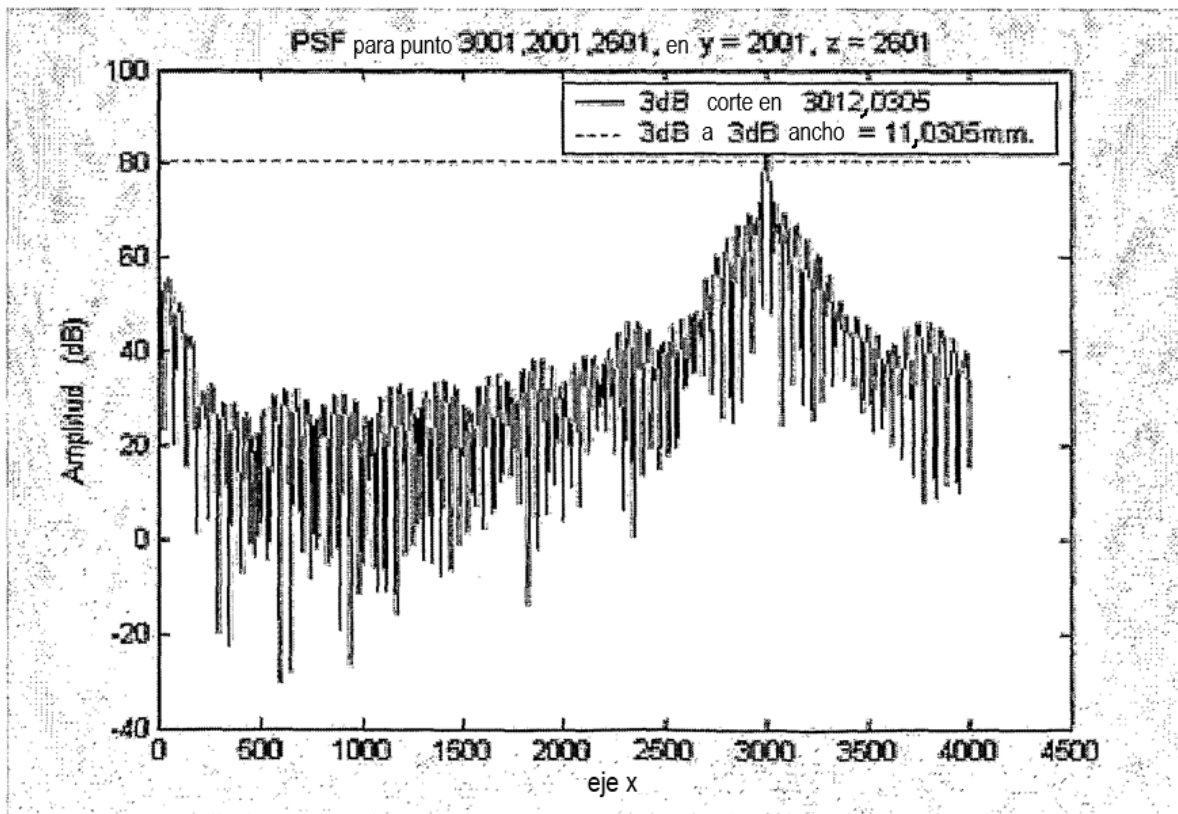


Fig 9F

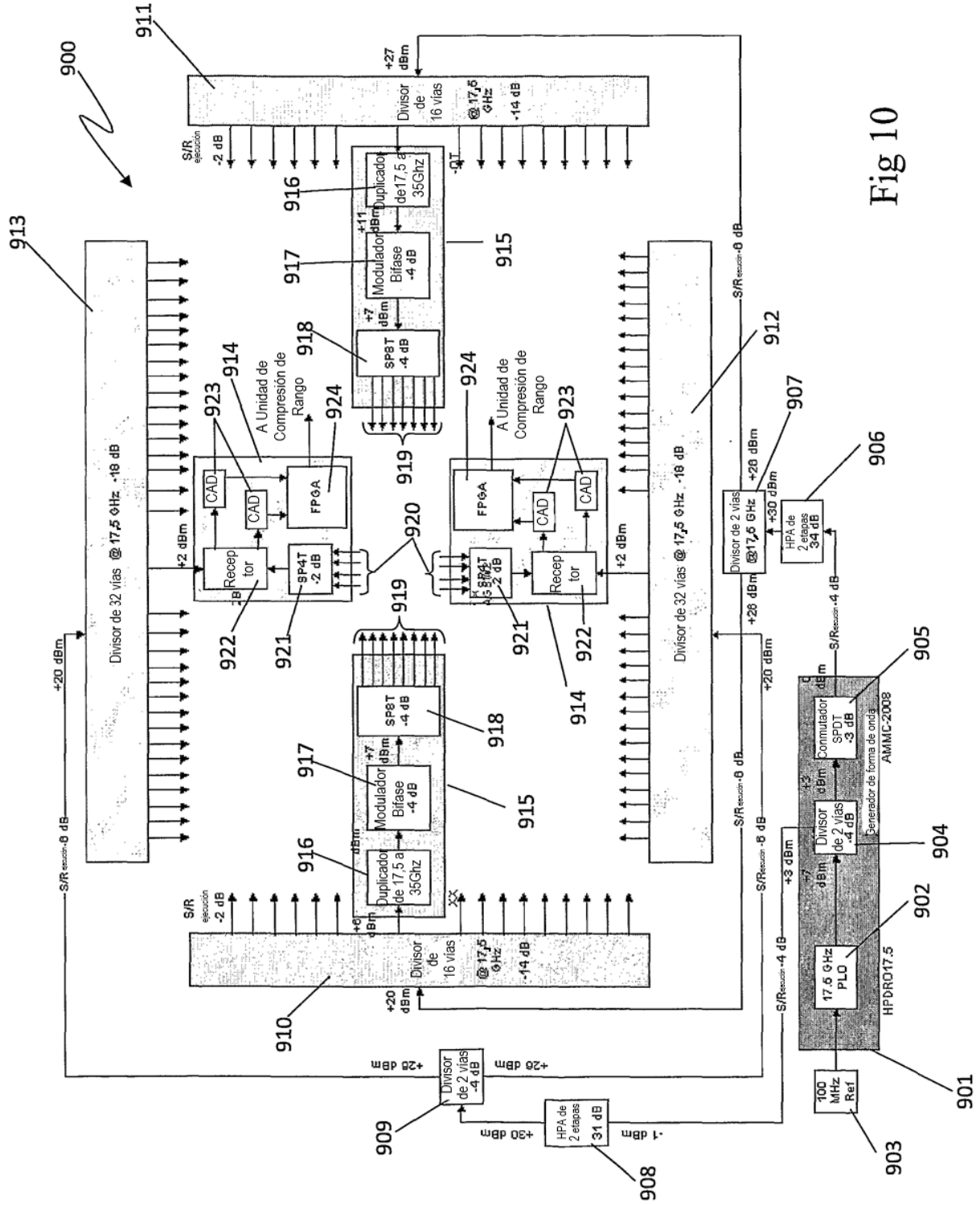


Fig 10

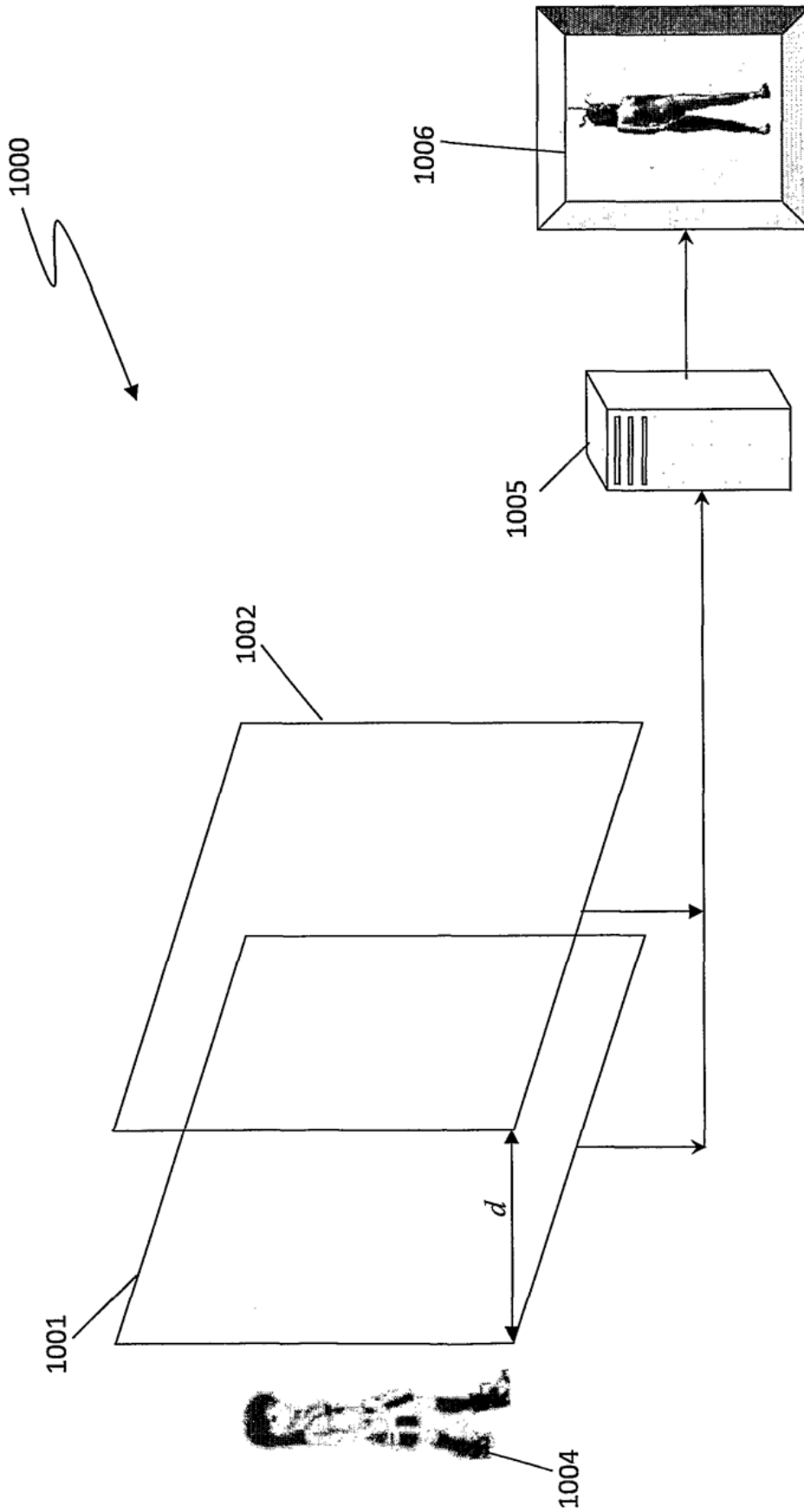


Fig 11

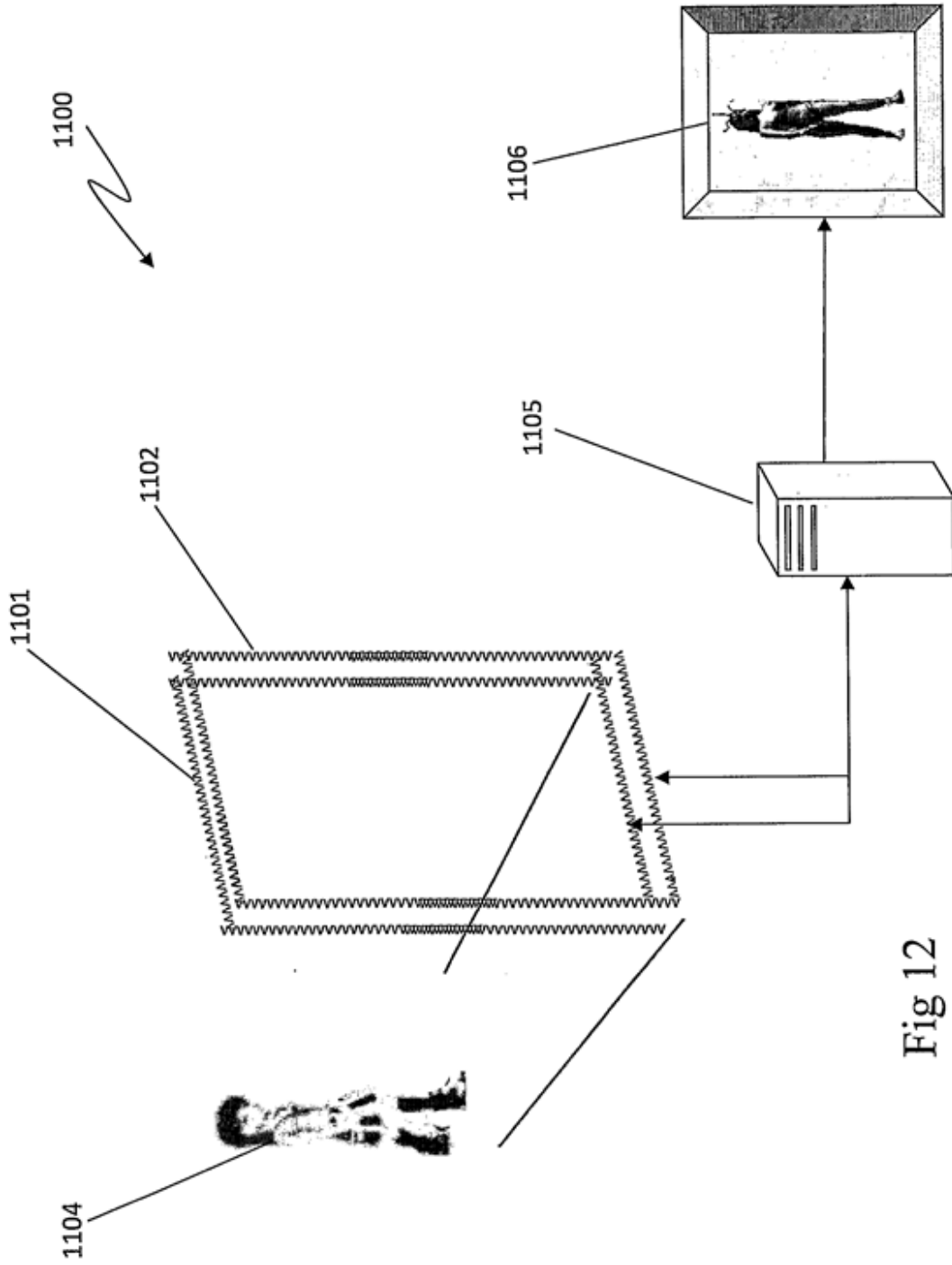


Fig 12

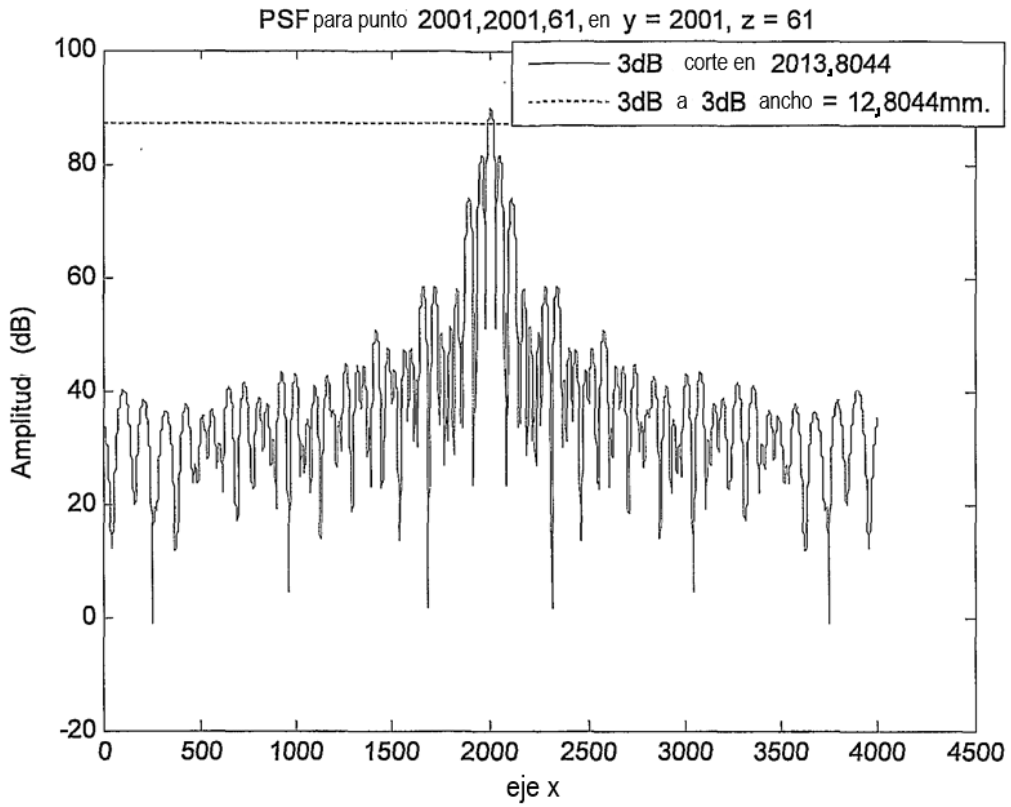


Fig 13A

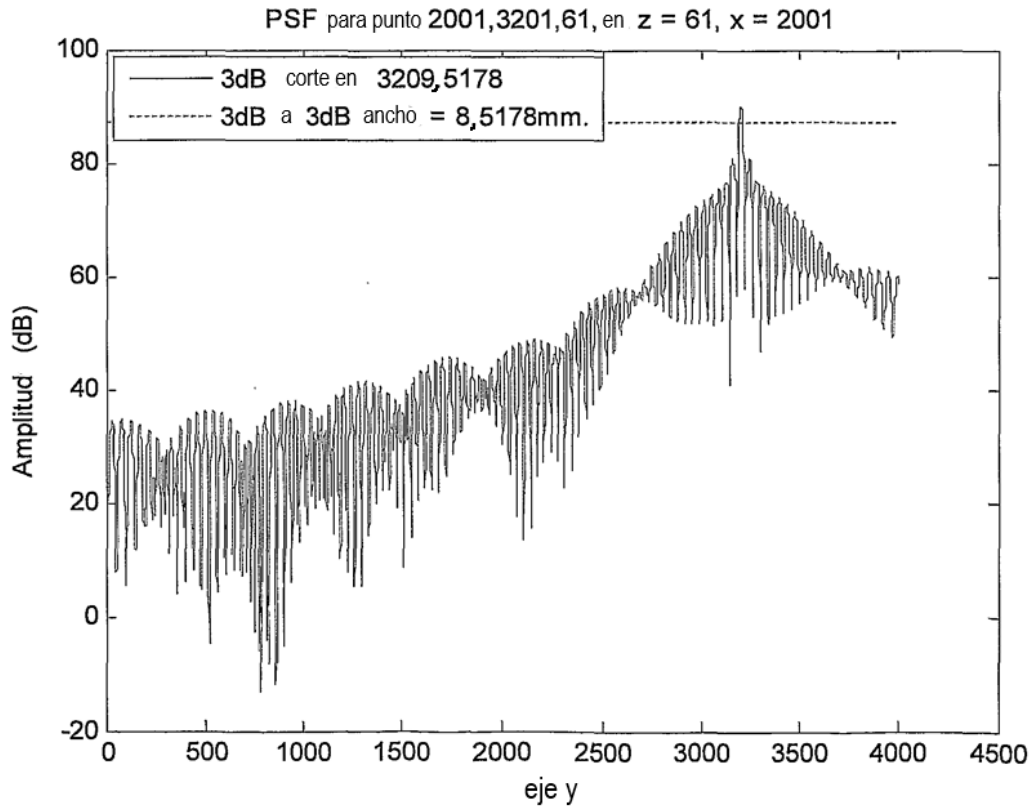


Fig 13B

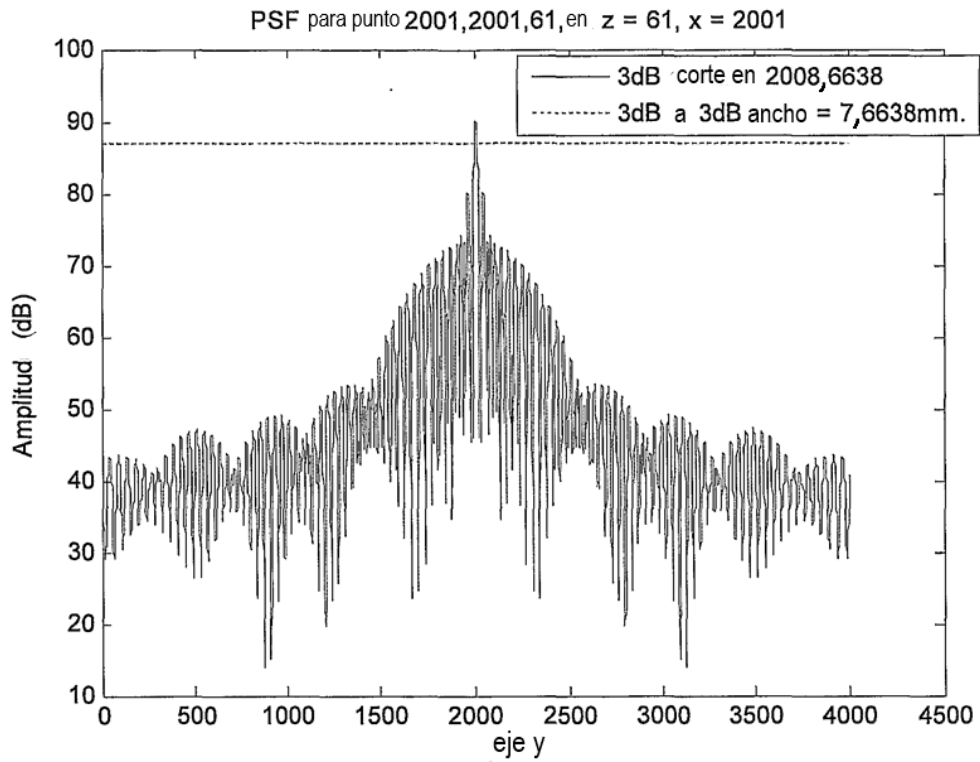


Fig 13C

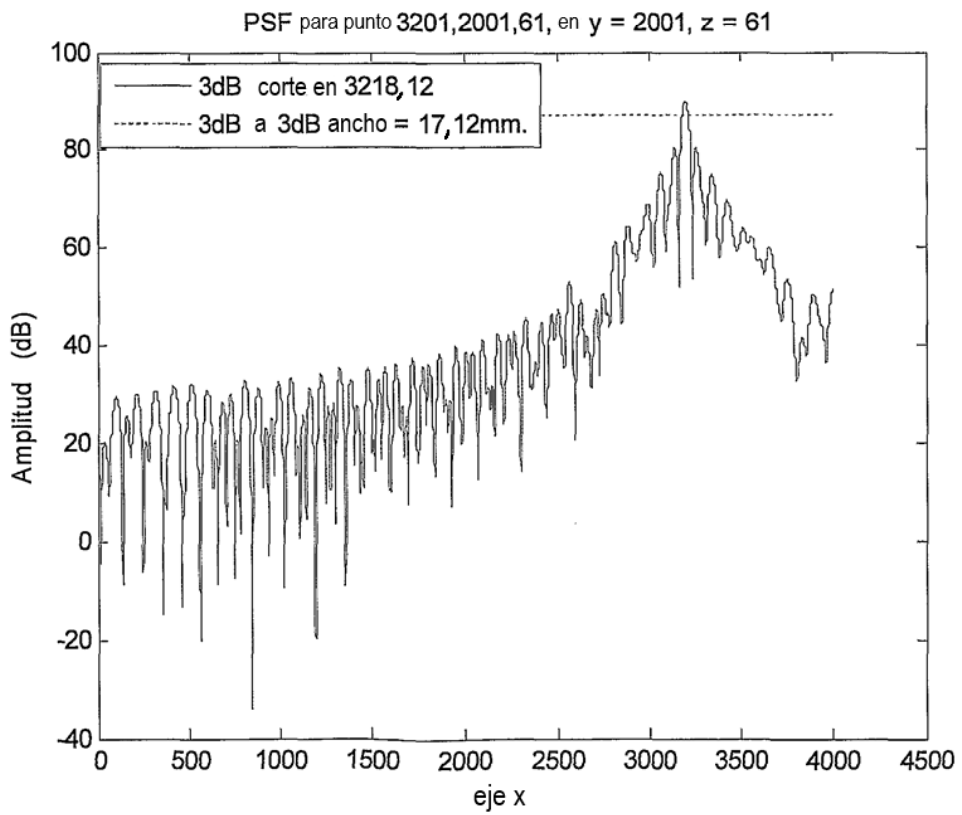


Fig 13D