

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 151 852**

21 Número de solicitud: 009802458

51 Int. Cl.<sup>7</sup>: G01S 15/42

G01S 15/89

G01S 7/52

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **16.11.1998**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2001**

Fecha de concesión: **07.05.2001**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **16.07.2001**

45 Fecha de publicación del folleto de patente: **16.07.2001**

73 Titular/es: **Universidad de Valladolid  
Plaza de Sta. Cruz, 8  
47002 Valladolid, ES**

72 Inventor/es: **Izquierdo Fuente, Alberto**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico.**

57 Resumen:

Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico.

El sistema objeto de la presente invención permite (i) detectar por procedimientos acústicos en la banda de audio (5Khz-20 Khz) la existencia de objetos en un espacio de vigilancia acotado, (ii) estimar su posición espacial dimensional y (iii) registrar sus trayectorias. El funcionamiento de la invención es enteramente automático: la misión del operador se reduce a definir la sensibilidad, alcance y velocidad de actualización y a lanzar el programa maestro. Básicamente el sistema comprende un equipo de digitalización y registro A/D y D/A (2), (3), (4), un conjunto de transductores constituido por una red estructurada de micrófonos y un altavoz (11), (12), (13), un sistema de amplificación y filtrado analógico (8), (9), (10), un equipo de procesamiento de señal en tiempo real (5) y un equipo informático de computación (1) dotado del software necesario para el funcionamiento del sistema (6).

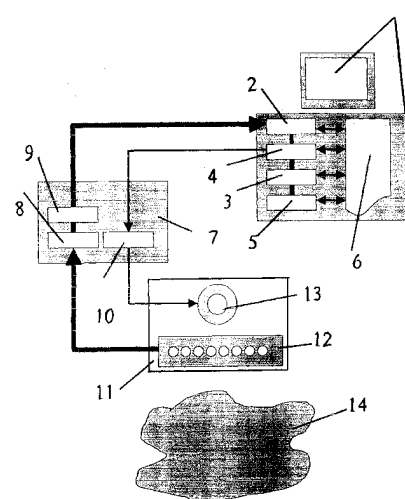


Figura 1

ES 2 151 852 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

## DESCRIPCION

Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico.

**Campo de la invención**

La presente invención se enmarca en el campo de la vigilancia automática de recintos y en particular en el campo de la visión por computador mediante la utilización de ondas acústicas en la banda de 5Khz a 20 Khz.

**Estado de la técnica**

La necesidad de detectar y estimar la posición de objetos, cobra impulso a raíz de los conflictos bélicos, en especial en los albores de la segunda guerra mundial, apareciendo los sistemas RADAR para la detección y localización de aviones (*Skolnik M.I. "Introduction to Radar Systems" Mc Graw-Hill [1985]*) y los sistemas SONAR para la detección de barcos y submarinos (*Winder "Sonar system technology", IEBE Trans. Sonics Ultrasonics, vol. SU-22, Sept 1975*). En suma ambos sistemas se basan en las técnicas pulso-eco que permiten estimar la distancia de un objeto, aunque trabajan en dos entornos claramente diferenciados, el radar en el aire, mediante ondas de radiofrecuencia en la banda de 400 Mhz a 10 Ghz, el sonar, en el agua, mediante ondas acústicas en la banda de audiofrecuencia.

Estos dos sistemas se caracterizan por estar destinados a la vigilancia de grandes espacios, o lo que es lo mismo a la detección de objetos distantes, en rangos que varían desde Kilómetros hasta centenas de Kilómetros. Por el contrario, para detectar objetos en distancias pequeñas, desde centímetros hasta centenas de metros, se utilizan los sistemas de adquisición de vídeo basados en la recepción y procesamiento de imágenes, o los sistemas ultrasónicos, que generan imágenes a partir de los ecos recibidos (*Quistgaard "Signal Acquisition and Processing in Medical Diagnostic Ultrasound" IEEE Signal Processing Magazine January 1997*).

La determinación de la posición de los objetos, para sistemas bidimensionales, exige el conocimiento de dos coordenadas, usualmente distancia (determinada mediante la técnica pulso-eco) y el ángulo. Para la determinación angular existen varias técnicas, la primera y mas tradicional, es generar un diagrama de radiación fijo, lo mas estrecho posible, y mediante un dispositivo mecánico, variar la posición de la antena, de forma que el pincel generado barra un espacio angular, típico ejemplo son los radares clásicos, donde la antena gira constantemente.

Otras técnicas, utilizan múltiples emisores/receptores, de forma que estimando varias distancias blanco-sensor pueda determinarse su ángulo, p.e. un sistema de adquisición de imágenes con dos cámaras.

Finalmente, se encuentran las técnicas de red estructurada de micrófonos (*Johnson & Dudgeon "Array Signal Processing" New York Prentice Hall 1993*), donde el transductor esta compuesto por un conjunto de transductores sencillos, dípolos, micrófonos omnidireccionales, etc.) dispuestos en una geometría determinada, p.e. una red estructurada de micrófonos lineal equiespaciada, donde los sensores están dispuestos en una

misma línea y su separación es constante.

En estos sistemas, la antena es estática y su diagrama de radiación varia electrónicamente, combinando las señales de cada uno de los sensores adecuadamente, a estas técnicas se las denominan conformación de haz, y se basan en aprovechar el hecho de que las señales llegan con un retardo (fase para sistemas de banda estrecha), diferente para cada sensor y relacionado con el ángulo de llegada. (*Van Veen & Buckley "Beamforming: a versatile approach to spatial filtering" IEEE ASSP Magazine April 1988*)

El hecho de que la antena sea electrónica permite desplazar el haz, de una posición del espacio a otra en cuestión de microsegundos, al tiempo que sobre un mismo conjunto de señales, pueden obtenerse simultáneamente múltiples haces dirigidos. Esta característica, permite que un sistema basado en una red estructurada de micrófonos de transductores puede realizar múltiples tareas y funcionalidades simultáneamente, y da paso, como en el caso del radar, a una nueva generación de radares denominados multifunción, donde se integran las capacidades de vigilancia, con las de seguimiento multiblanco (*Billeter "Multifunction array radar" Artech House 1989, Blackman "Multitarget-Multisensor Tracking: Applications and Advances Vol. I y Vol. II" Artech House 1992*)

Los sistemas y técnicas expuestas, permiten la detección, vigilancia y seguimiento de objetos en entornos muy dispares, a tal efecto esta invención supone un compendio de estos sistemas, adaptándolos a entornos de vigilancia de dimensiones reducidas, en el margen de 5 m<sup>2</sup> a 20 m<sup>2</sup>. Los sistemas radar no se aplican en entornos tan reducidos, los sistemas sonar trabajan dentro del agua y los sistemas ultrasónicos se aplican a entornos muy reducidos, como la exploración medica o la exploración no destructiva de materiales. Para los entornos de vigilancia de la invención, los métodos tradicionales están basados en cámaras de vídeo y detectores de movimiento (p.e. basados en el efecto doppler). Estos sistemas generalmente no permiten estimar la posición bidimensional de los objetos, al tiempo que demandan la intervención continua de un operador humano o en su defecto complejos y costosos sistemas de visión artificial, que se justifican en aplicaciones de carácter militar.

La presente invención, centrada en los sistemas Sonar de tipo activo, extrapola las técnicas implementadas en estos sistemas (*Knight, Pridham, Kay "Digital Signal Processing for Sonar" Proceedings of the IBEE Vol. 69, No 11, November 1981*) al campo de la vigilancia y seguimiento en entornos reducidos, p.e. una sala de conferencias.

Centrando el estado del arte en este campo, se encuentran contribuciones, orientadas a la localización de locutores (*Silverman & Patterson "A Digital Processing Systems for Source Location and Sound Capture for Microphone arrays" Proceedings of ICASSP 97 Munich, Germany April 1997*) o a la obtención de imágenes acústicas desde aeroplanos (*Soumekh "Airbone Synthetic Aperture Acoustical Imaging" IEEE Trans. on Image Processing Vol. 6. No. 11 November*

1997). La primera línea, asume que los objetos emiten energía acústica, como en el caso de un locutor que se desplace en una sala, la segunda asume una red estructurada de micrófonos aerotransportado y para vigilancia, nuevamente de entornos de grandes dimensiones, y por lo tanto no se ajustan al entorno de trabajo de la invención propuesta.

### Explicación de la invención

La presente invención consiste en un sistema automático que permite obtener la posición bidimensional de los objetos ("blancos") presentes en un espacio de vigilancia acotado mediante la utilización de una red estructurada de micrófonos trabajando con señales acústicas. El objetivo de la invención es múltiple: (i) detectar por procedimientos electro-acústicos la existencia de un conjunto de objetos que se hallen en el espacio de vigilancia acotado, (ii) estimar la posición espacial bidimensional y velocidad de los objetos detectados, (iii) estimar la posición futura de los mismos, basándose en los parámetros cinemáticos y (iv) registrar las trayectorias realizadas por los objetos durante el tiempo de observación.

Sobre el espacio de vigilancia (14) se transmite un pulso acústico, a través de un altavoz (13), generado digitalmente en una tarjeta de procesado de señal (5), convertido al dominio analógico mediante un equipo de digitalización D/A (4) y con la potencia necesaria suministrada por el amplificador (10).

La señal transmitida se refleja en los objetos que se hallen en el espacio de vigilancia y se recoge mediante una red estructurada de micrófonos de micrófonos independientes (12). La salida de cada uno de los micrófonos, se amplifica (8), se filtra analógicamente (9), se convierte al dominio digital mediante el equipo de digitalización A/D multicanal (2), y se almacena (3).

El equipo de procesado de señal en tiempo real (DSP) (2) recoge los datos y a partir de un conjunto de algoritmos de procesado de señal (6), obtiene la imagen del espacio de vigilancia, visualizándola en el equipo informático (1).

Finalmente, a partir de los objetos detectados, se implementan las funcionalidades de seguimiento, que permiten registrar la trayectoria de cada objeto. En esta fase no es necesario ningún conocimiento a priori sobre la posición e identificación de los objetos.

En definitiva, la presente invención estima la posición y trayectoria de un conjunto de objetos que resultan de particular interés para, por ejemplo, los sistemas de vigilancia anti-intrusos en locales cerrados, los sistemas de navegación anticolidión para robots auto-transportados, los sistemas de detección y posicionado de piezas sobre cintas transportadoras, los sistemas de caracterización de salas acústicas, estimando la dirección y retardos de los ecos de una sala, etc.

La presente invención, como elemento clave diferenciador, trabaja en la banda acústica (5Khz-20 Khz), lo que permite trabajar con transductores de amplia difusión y equipos de adquisición y procesado del segmento bajo-medio, que posibilitan un coste reducido de producción y por tanto un alto índice de penetración en el mercado.

### Descripción detallada de la invención

La presente invención permite medir la posición bidimensional, de un conjunto de objetos, denominados *blancos*, dispuestos en una sala, denominada espacio de vigilancia. La posición bidimensional se obtiene estimado la distancia a la que se encuentra el objeto, denominada *Rango* y estimando la dirección de llegada de la señal recibida, denominado *Azimuth*.

Para la obtención de esta información la invención utiliza las técnicas pulso-eco empleadas en los sistemas Radar y Sonar, que nos permiten determinar el rango, junto con las técnicas de procesado en red estructurada de micrófonos, que nos permiten determinar el azimuth.

El elemento clave de la invención es la red estructurada de micrófonos de micrófonos (Fig. 1 - 12), que a partir del desfase/retardo con el que se reciben las señales reflejadas por los blancos permite discriminar los ecos en función del ángulo de llegada de las señales. La transmisión del pulso se realiza a partir de un único transductor, un altavoz (Fig. 1 - 13) con un diagrama de radiación omnidireccional para una excursión angular de 180 Grados.

El numero y posición de los micrófonos, junto con el procesado de conformación, determinan el diagrama de radiación de la red estructurada de micrófonos de micrófonos, así como la resolución angular del mismo.

La señal transmitida esta formada por un pulso modulado, donde la frecuencia central se sitúa en la banda de audio (5 Khz-20 Khz), diseñándose la modulación del mismo sobre la base de la resolución temporal/frecuencial deseada. La generación del pulso transmitido se realiza en el equipo de procesado en tiempo real (Fig. 1-5), se convierte en una señal analógica mediante el equipo de digitalización D/A monocanal (Fig. 1-4), se amplifica mediante el sistema de amplificación de potencia (Fig. 1-10) y finalmente se radia a través del altavoz (Fig. 1-13).

La energía del pulso transmitido, determinara el alcance del sistema, así como la calidad del mismo, determinada por la Probabilidad de detectar a un blanco cuando esta presente ( $Pd$ ) y por la Probabilidad de falsa alarma ( $Pfa$ ), es decir la probabilidad de determinar la existencia de un blanco que no existe.

Una vez que el pulso se ha transmitido y se refleja en los blancos presentes en el espacio de vigilancia, la red estructurada de micrófonos (Fig. 1-12) recoge las señales recibidas, obteniéndose una señal por cada micrófono. Estas señales son preamplificadas mediante un sistema de preamplificación (Fig. 1-8) y posteriormente filtradas, mediante un sistema de filtrado paso banda (Fig. 1-9). Este sistema implementa un banco de filtros analógicos, con respuesta en frecuencia del tipo "Paso-banda", sus parámetros son acordes a las características frecuenciales de la señal transmitida y de la dinámica de los blancos bajo estudio. A través de este filtrado, se elimina gran parte del ruido presente en el sistema, así como se minimizan los efectos del solapamiento frecuencial, propios de la operación de digitalización.

En este punto las señales son digitalizadas a través de un equipo de digitalización A/D mul-

ticanal (Fig.1-2) y simultáneamente almacenadas en un dispositivo intermedio, tipo FIFO (Fig. 1-3), sin la intervención del sistema informático que alberga el sistema (Fig. 1-1).

El retardo introducido por el conversor A/D entre canales, (si existiese), junto con la frecuencia de muestreo real utilizada serán parámetros a utilizar en los bloques de procesado de señal de la invención.

A partir de las señales digitalizadas y almacenadas de la red estructurada de micrófonos de micrófonos, se realizan un conjunto de técnicas encaminadas a la detección y estimación de la posición de los blancos, las cuales se recogen en la figura 2.

En primer lugar, se procesan las señales recibidas a través de un filtro digital paso-banda (Fig. 2-1), que mejora las prestaciones del filtrado analógico, así como compensa las imperfecciones del mismo. La invención selecciona la longitud y respuesta en frecuencia.

A continuación se de modulan las secuencias filtradas a banda-base, mediante la multiplicación por una señal exponencial compleja y un filtrado discreto paso-bajo, obteniéndose las componentes en fase y en cuadratura de las secuencias. (Fig. 2-2).

Posteriormente se implementa un diezmado digital, con un factor determinado por la invención.

En este punto, la invención implementa un conformador multihaz (Fig. 2-3), generándose tantos haces como numero de micrófonos, la invención establece el ángulo de apuntamiento para cada haz, así como su diagrama de radiación. Para ellos desfasa adecuadamente las secuencias, al tiempo que las pondera a través de un conjunto de pesos y realiza su sumatorio. Esta operación se realiza de forma independiente para cada haz. El número de haces, determina la resolución angular del sistema.

Las señales generadas en cada haz, se procesan a través de un filtro adaptado (Fig. 2-4) a una señal relacionada con el pulso transmitido. La presente invención estima esta señal, a partir de una señal real recibida de gran potencia. Este filtro maximiza la relación señal a ruido y permite maximizar la calidad final del sistema (Pd, Pfa).

Para la detección de los blancos la invención explota el hecho de que los diagramas de radiación de los haces son conocidos, puesto que la disposición de los elementos de la red estructurada de micrófonos, así como los desfases y pesos aplicados en la conformación esta bajo el control de la invención.

Un blanco, situado en un haz, refleja energía en ese haz y en menor mediada en los haces vecinos, de forma que un sistema clásico de detección, basado en umbrales, determinaría la existencia de varios blancos, todos ellos en un mismo rango, pero ocupando múltiples posiciones angulares. Esta invención establece un conjunto de patrones de haz, donde se recogen las posibles situaciones multiblanco de un escenario, determinados por el numero de blancos, su posición angular y su sección radar. Para un rango dado, el patrón constituido por la salida del filtro adaptado, para ese rango, en cada uno de los haces,

se compara con el libro de patrones y se selecciona aquel que minimiza el error entre el patrón real y el patrón bajo test, y que esta por debajo de umbral determinado. La invención, establece el criterio de error, junto con sus parámetros de umbral. En una primera fase, para cada haz se compara la salida con un umbral de referencia, para posteriormente aplicar el algoritmo de detección multihaz.

Finalmente, mediante el modulo de Generación de imagen (Fig. 2-6) se representa en el monitor del equipo informático (Fig. 1-1) una representación bidimensional, con la posición de los blancos detectado. El eje x representa el ángulo de llegada y el eje y la distancia, opcionalmente se puede representar en coordenadas cartesianas, tomando como origen de coordenadas la posición de la red estructurada de micrófonos de micrófonos.

El bloque de seguimiento de blancos (Fig. 2-7) a partir de los estimadores de la posición, velocidad y aceleración de un blanco identificado, determina la posición futura del blanco, así como estima con mayor precisión la posición actual del blanco. La presente invención determina el modelo cinemático de los blancos, así como el algoritmo de seguimiento, dentro de la familia de filtros tipo Kalman.

Una vez que se han detectado los blancos, hay que asociarlos con las pistas o trayectorias que el sistema tiene almacenados, y que corresponden a blancos identificados. En el caso de que los blancos detectados no correspondan a ninguna de las trayectorias, se determinara la creación de una nueva pista, y por tanto de un nuevo blanco identificado. La invención determina el numero de vigilancias por minuto a realizar y basándose en este parámetro, la velocidad de refresco o actualización de la información. El bloque de asociación de pistas (Fig. 2-8), a partir de la información suministrada por el seguidor, y sobre la base de las posiciones predichas, respecto a la ultima vigilancia, establece la distancia métrica entre la posición actual del blanco bajo test y la posición estimada de las trayectorias actuales. La trayectoria que minimice esta distancia, dentro de un umbral, será a la que se le asigne esta nueva medida.

Finalmente, el Generador de Trayectorias (Fig. 2-9), visualiza en el equipo informático, la trayectoria de cada blanco durante un periodo de tiempo dado.

#### Enunciado de las figuras

Figura 1: Esquema general de la invención

Figura 2: Diagrama de bloques del procesado de señal de la invención

Figura 3: Descripción del escenario de prueba para la invención

Figura 4-1: Salida del filtro adaptado para el haz 1 de -49.2 grados

Figura 4-2: Salida del filtro adaptado para el haz 2 de -32.7 grados

Figura 4-3: Salida del filtro adaptado para el haz 3 de -18.9 grados

Figura 4-4: Salida del filtro adaptado para el haz 4 de - 6.2 grados

Figura 4-5: Salida del filtro adaptado para el haz 5 de + 6.2 grados

Figura 4-6: Salida del filtro adaptado para el

haz 6 de +18.9 grados

Figura 4-7: Salida del filtro adaptado para el haz 7 de +32.7 grados

Figura 4-8: Salida del filtro adaptado para el haz 8 de +49.2 grados

Figura 5: Imagen bidimensional antes de la detección

Figura 6: Imagen bidimensional después de la detección

Figura 7: Análisis celdas de rango para cada haz

Figura 8: Imagen bidimensional final

### Ejemplo de realización de la invención

La propia figura 1 sirve para ilustrar una materialización de la invención. Se ha empleado un ordenador personal del tipo PC-486 DX2 (1), dotado de un digitalizador A/D (2) de 12 bits, 16 canales multiplexados y con una frecuencia de conversión máxima de 160 Kmuestras/s de la casa COMPUTERS BOARD modelo DAS 1602 /12, que integra un conversor D/A (4). Las muestras recogidas por este digitalizador, se almacenan a través de un bus de alta velocidad, denominado DT-connect, en una tarjeta de almacenamiento (3), con 256 Kwords de capacidad de la casa COMPUTERS BOARD modelo MEGA-FIFO. Finalmente sobre el ordenador se encuentra una tarjeta de procesamiento de señal (5) basada en el procesador TMS320C31 con 512 Kwords de memoria de la casa TEIMA AUDIO TEX modelo LTI-C-31. En el ordenador se encuentra el software (6) necesario para controlar los distintos dispositivos y realizar la visualización de la imagen y trayectorias obtenida así como los programas de procesamiento de señal que se cargan y ejecutan en la tarjetas de procesamiento de señal. El software se ha realizado en lenguaje C y se ha compilado con Borland C++ ver 3.1 para el equipo informático y con el compilador C de Texas Instruments para el procesador de señal TMS320C31.

El altavoz (13) es un tweeter de alta impedancia con una tensión máxima de 20 Voltios de pico, alimentado por un amplificador de potencia (7) que suministra una tensión de 20 V<sub>pp</sub>. La red estructurada de micrófonos de micrófonos, esta constituido por 8 micrófonos tipo Microcápsula Condensador Electret marca FOX modelo 2212, que requieren polarización, colocados sobre una estructura lineal y separados la mitad de la longitud de onda de la frecuencia central de trabajo del pulso, seleccionada en este caso a 7.5Khz. El sistema de pre-amplificación (8) se ha construido a partir de 8 operacionales modelo LM 324 con una ganancia de  $g=20$  y el sistema de filtrado pasobanda (9) se ha construido a partir de 8 operacionales modelo LM 324, que implementan filtro IIR de orden 2, con una frecuencia central de 7.5Khz y un ancho de banda a 3 db de 2Khz.

Finalmente se ha seleccionado un recinto de ensayo (14), libre de obstáculos de medidas 4 metros de ancho por 6 metros de largo y una altura de 3.5 metros. El sistema de red estructurada

de micrófonos de micrófonos y altavoz, esta colocado, mediante un soporte regulable en altura y profundidad (11) en el origen de coordenadas (x-y), a un altura de 120 cm.

Se ha seleccionado un escenario constituido por tres blancos, tal y como se refleja en la figura 3, donde el blanco n° 1 esta constituido por un cilindro de cartón de 105 mm de diámetro y una altura de 170 cm, colocado en vertical y apoyado en el suelo, con posición bidimensional (ángulo=-33 grados; distancia=180 cm); el blanco n°2 es una chapa metálica cuadrada de medidas 40cm\*40cm y 2 mm de espesor, cuyo plano normal se orienta a la red estructurada de micrófonos de micrófonos y se coloca a un altura de 70 cm, respecto a su borde inferior, con posición bidimensional (ángulo= -6 grados; distancia=315 cm); y finalmente el blanco n°3 es una lamina de aluminio de espesor despreciable y medidas 30 cm de ancho por 110 cm de largo, cuyo plano normal se orienta a la red estructurada de micrófonos de micrófonos y se coloca a un altura de 0 cm, respecto a su borde inferior, con posición bidimensional (ángulo= +19 grados; distancia=440 cm);

El pulso de transmisión es una onda sinusoidal de frecuencia 7.5 Khz, enventanada con un pulso rectangular de duración 1 mseg. El espacio de vigilancia se ha dividido en 8 sectores, que cubren la zona angular desde -60 grados a 60 grados, con un alcance de 5 metros. Los haces están distribuidos espacialmente e interseccionan a 3 db de potencia, siendo sus posiciones centrales (-49.2 -32.7 -18.9 -6.2 6.2 18.9 32.7 49.2) grados, denominándose haz 1 al haz 8 respectivamente.

La familia de figuras 4-1 a 4-8, muestra la salida del filtro adaptado para cada uno de los haces, al tiempo que se muestra el umbral de detección monohaz, observándose para la Figura 4-2, Figura 4-4 y Figura 4-6 picos que superan el umbral y que corresponden a los blancos n° 1, n° 2 y n°3 respectivamente.

La figura 5, muestra una imagen bidimensional, de la figura anterior, y la figura 6, la imagen bidimensional obtenida eliminándose los intervalos de señal por debajo del umbral.

La figura 7, muestra el eje de distancia, sectorizado en celdas y muestreado, acorde al ancho del pulso de transmisión, sobre el que se realiza la decisión final. En este caso, se ha seleccionado un criterio de máximo relativo, para discriminar la celda más cercana a la posición real del blanco. Se observa que cada blanco genera dos medidas por encima del umbral situadas en celdas contiguas, en particular para el blanco no 1 marcadas con el símbolo "\*", el blanco n° 2 con el símbolo "o", y el blanco n° 3 con el símbolo "x". El algoritmo selecciona, la celda que tiene un máximo relativo.

La figura 8, muestra la imagen final visualizada al operador, donde se perciben claramente los ocho haces y los tres blancos presentes detectados en el escenario.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, que permite detectar la existencia de objetos en un recinto, estimar su posición bidimensional, predecir sus movimientos futuros y visualizar las trayectorias de los mismos, utilizando ondas acústicas en la banda de 5Khz a 20 Khz en tiempo real, **caracterizado** por que cuenta con un equipo de digitalización y registro A/D y D/A (2),(3),(4), un conjunto de transductores constituido por una red estructurada de micrófonos de micrófonos y un altavoz (11),(12),(13), un sistema de amplificación y filtrado analógico (8),(9),(10), un equipo de procesamiento de señal en tiempo real (5) y un equipo informático de computación (1) dotado del software necesario para el funcionamiento del sistema (6).

2. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el algoritmo de detección multi-haz establece un conjunto de patrones de haz, donde se recogen las posibles situaciones multiblancos de un escenario, comparando la salida de los filtros adaptados con un libro de patrones y seleccionando aquel que minimiza el error entre el patrón real y el patrón bajo test,

de acuerdo a un criterio de error y umbral preestablecido.

3. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el algoritmo de conformación se implementa en banda-base, una vez que las señales han sido demoduladas a frecuencia cero.

4. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, útil para sistemas de vigilancia anti-intrusos en locales cerrados.

5. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, útil para los sistemas de navegación anti-colisión para robots auto-transportados.

6. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, útil para los sistemas de detección y posicionado de piezas sobre cintas transportadoras.

7. Sistema automático de vigilancia y seguimiento bidimensional acústico, según reivindicación 1, útil para los sistemas de caracterización de salas acústicas, estimando la dirección y retardos de los ecos de una sala.

30

35

40

45

50

55

60

65

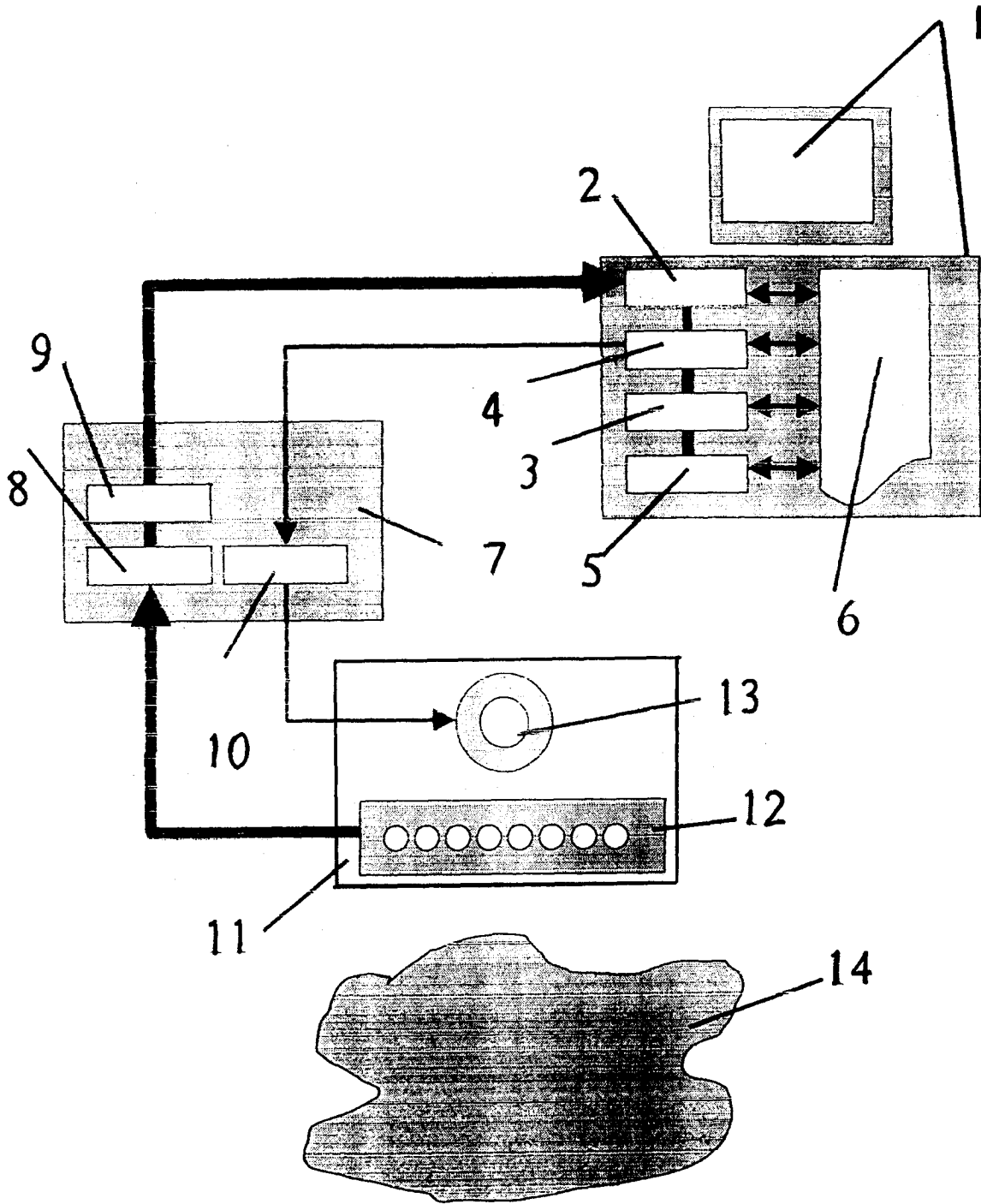


Figura 1

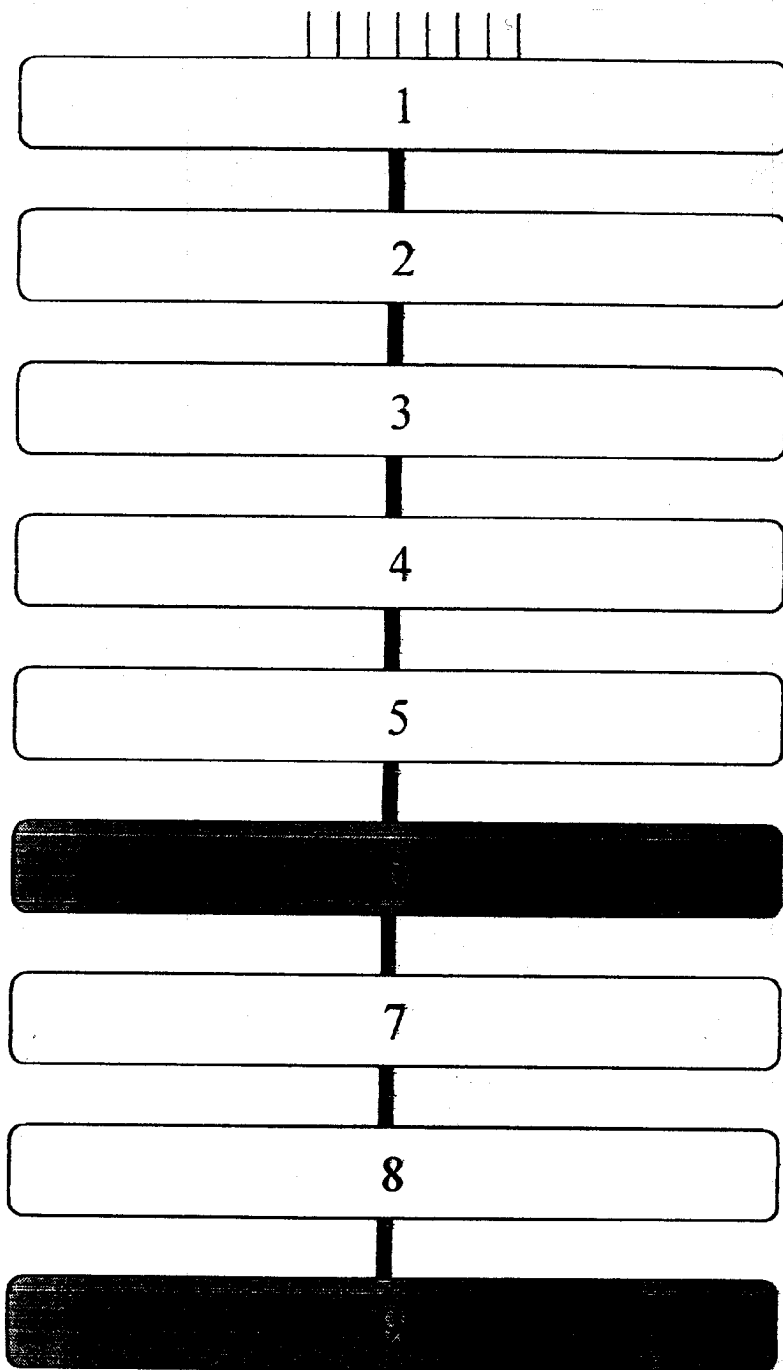


Figura 2



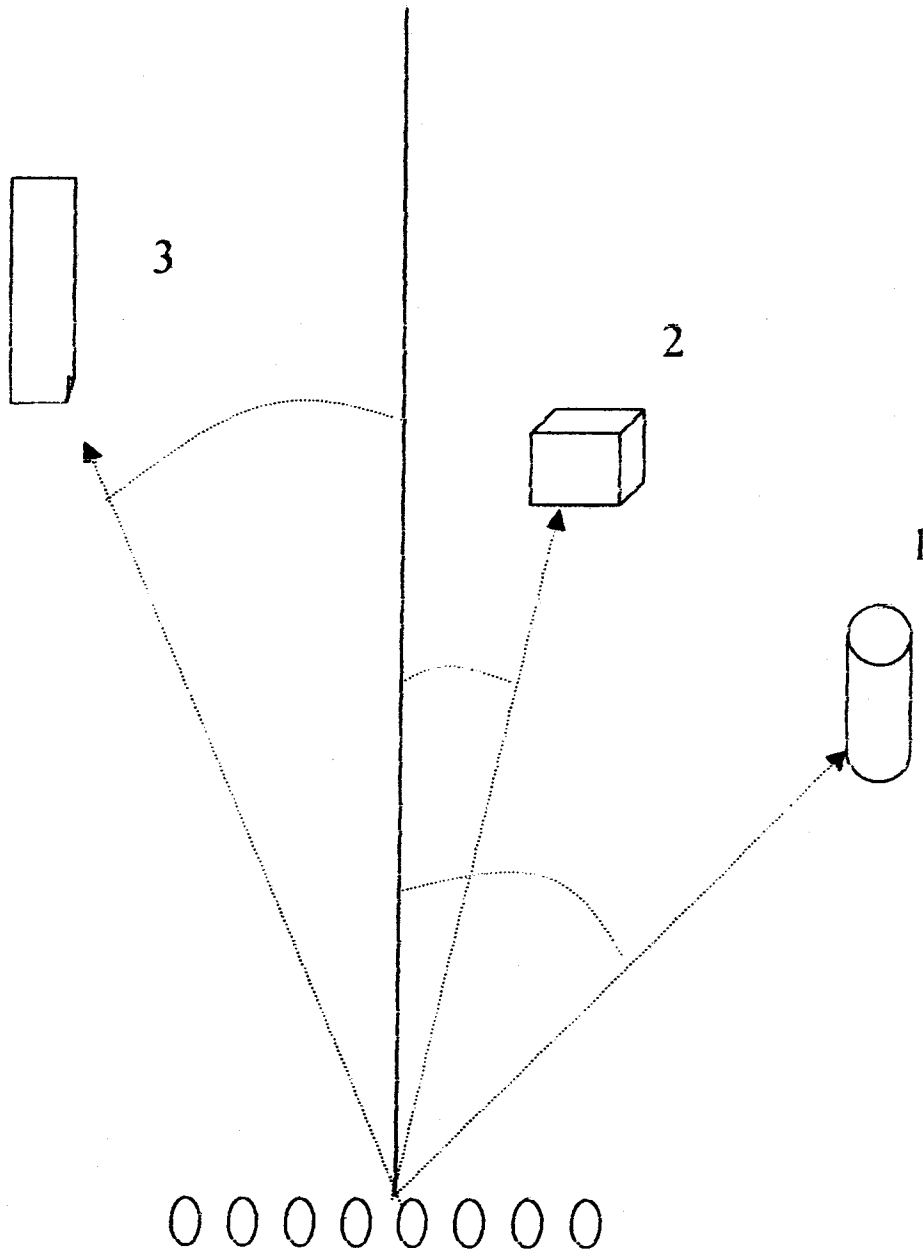


Figura 3

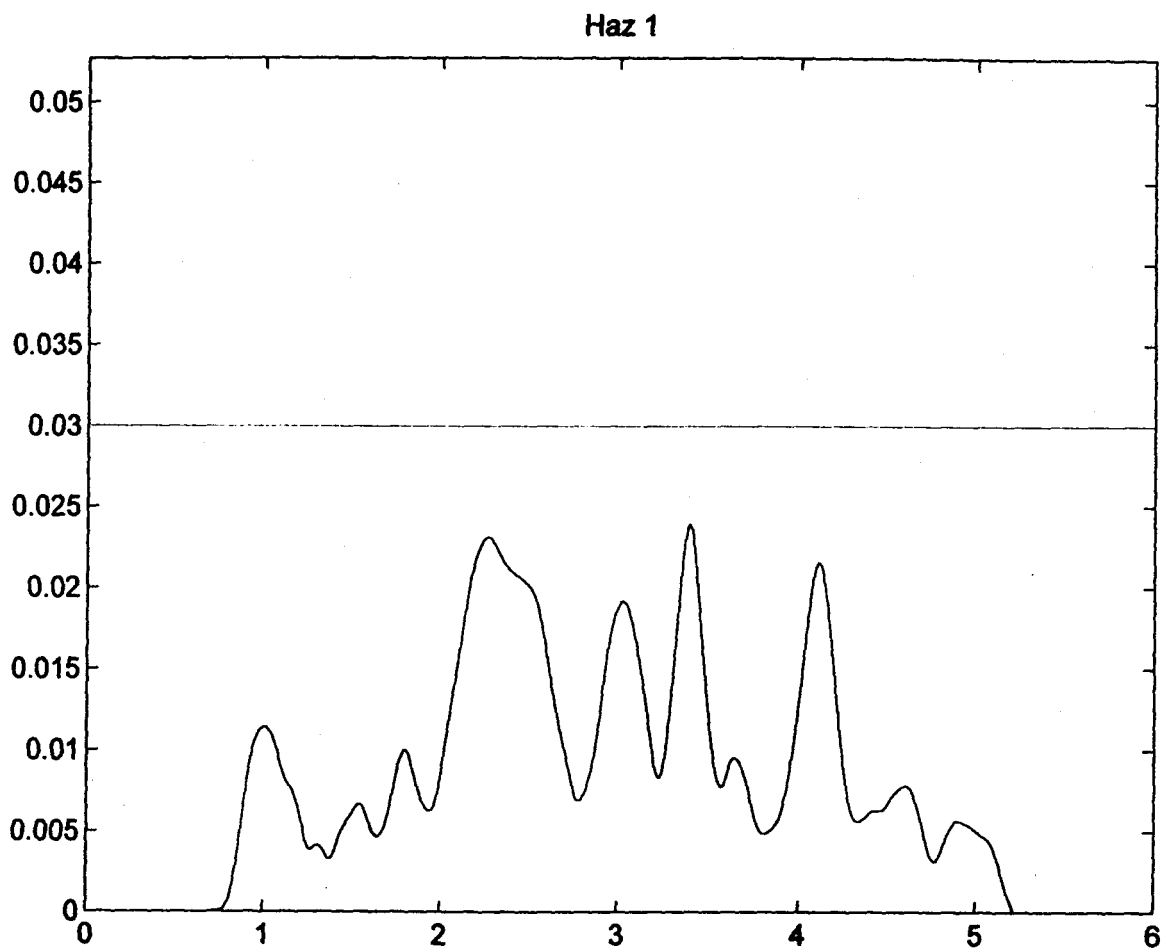


Figura 4-1

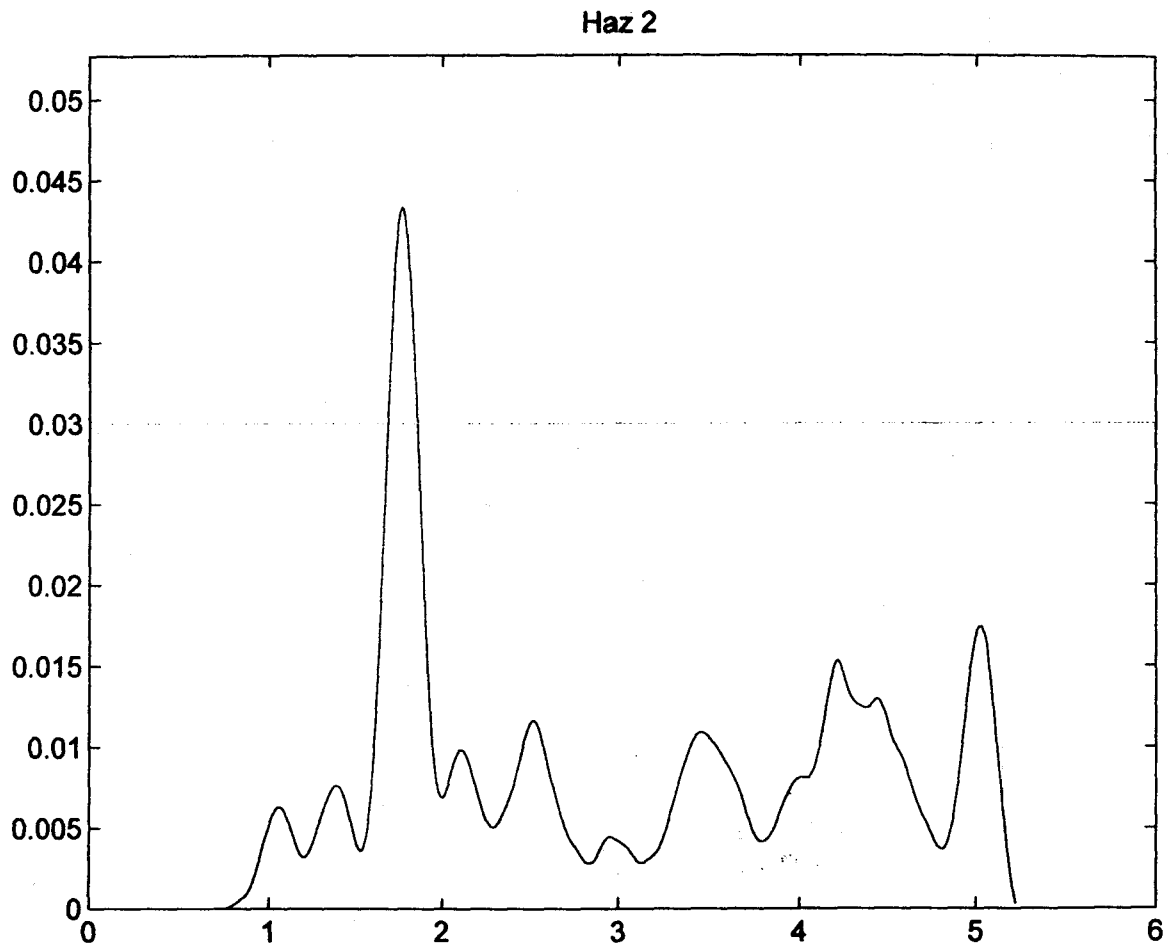


Figura 4-2

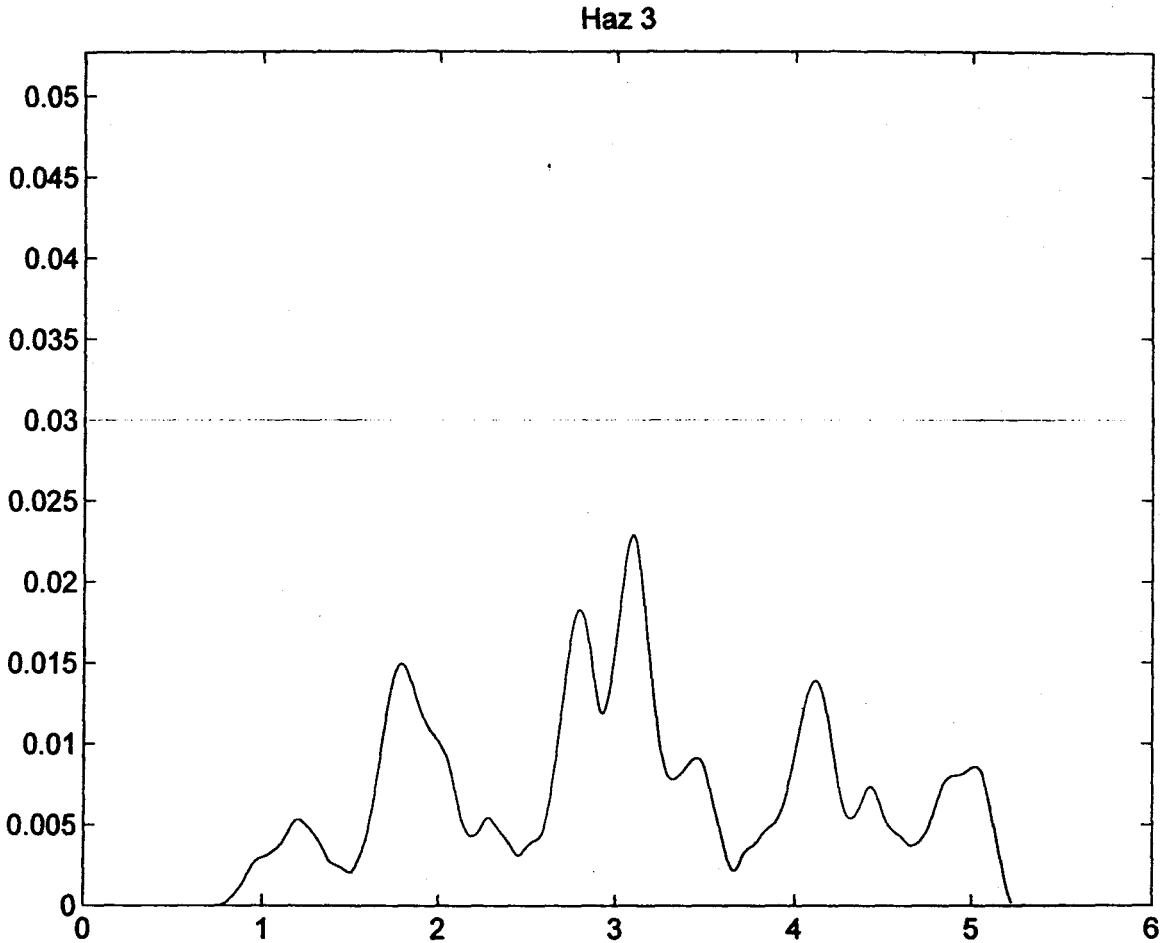


Figura 4-3

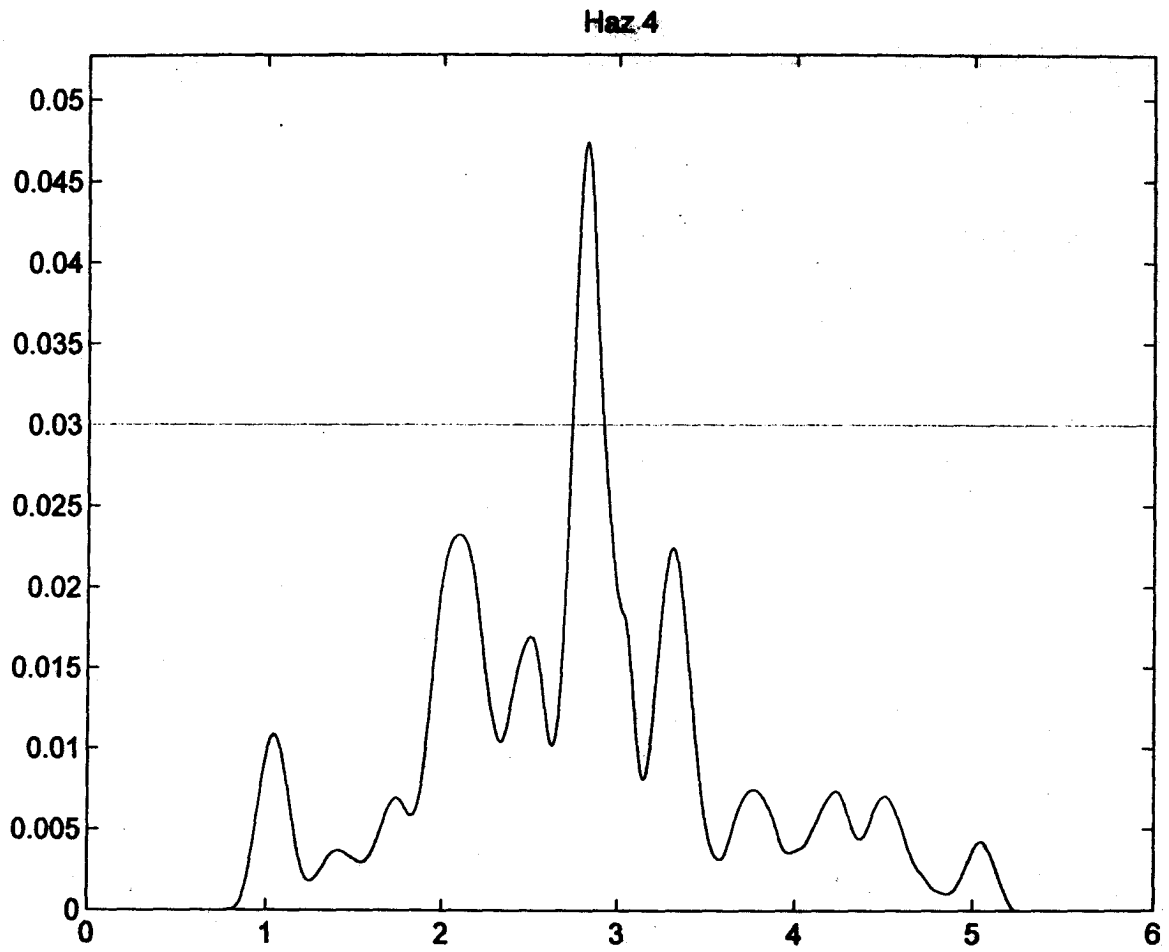


Figura 4-4

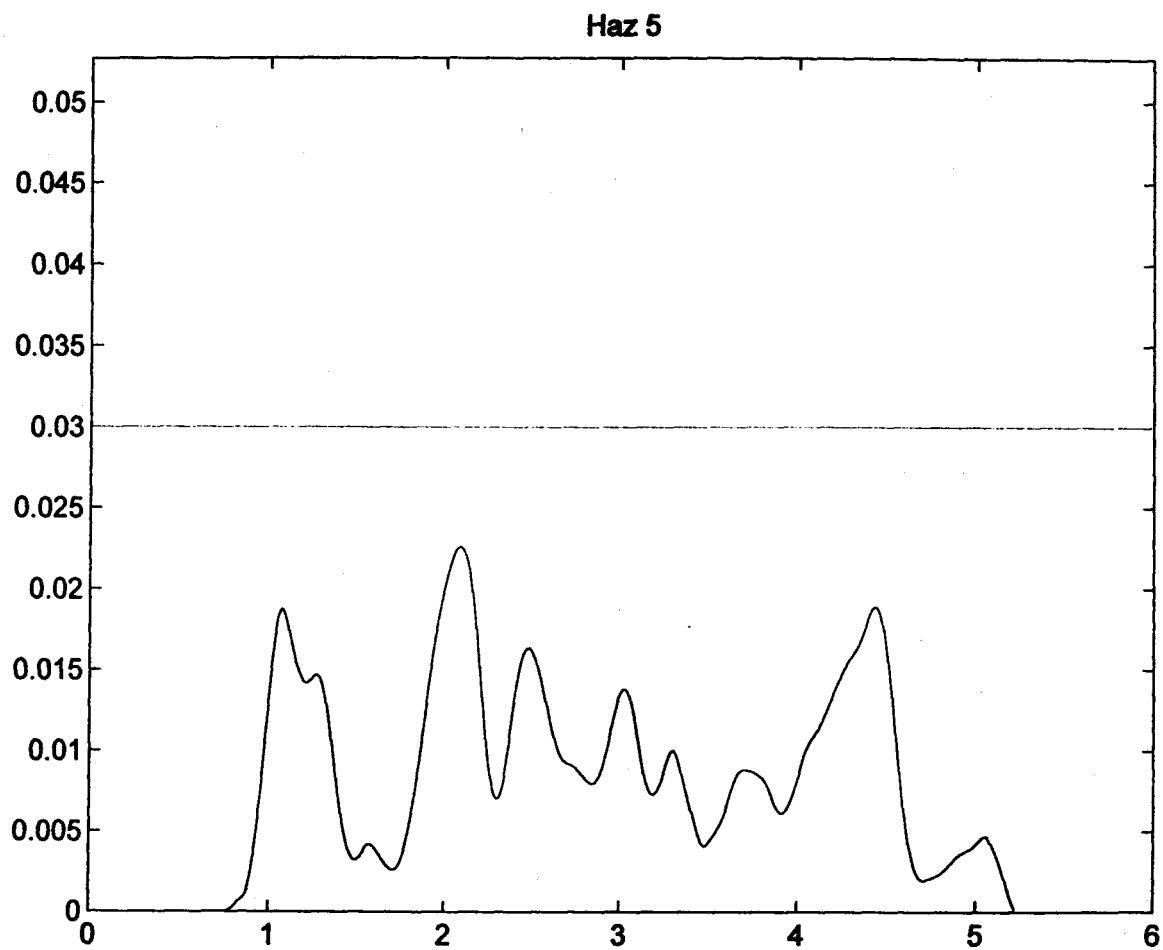


Figura 4-5

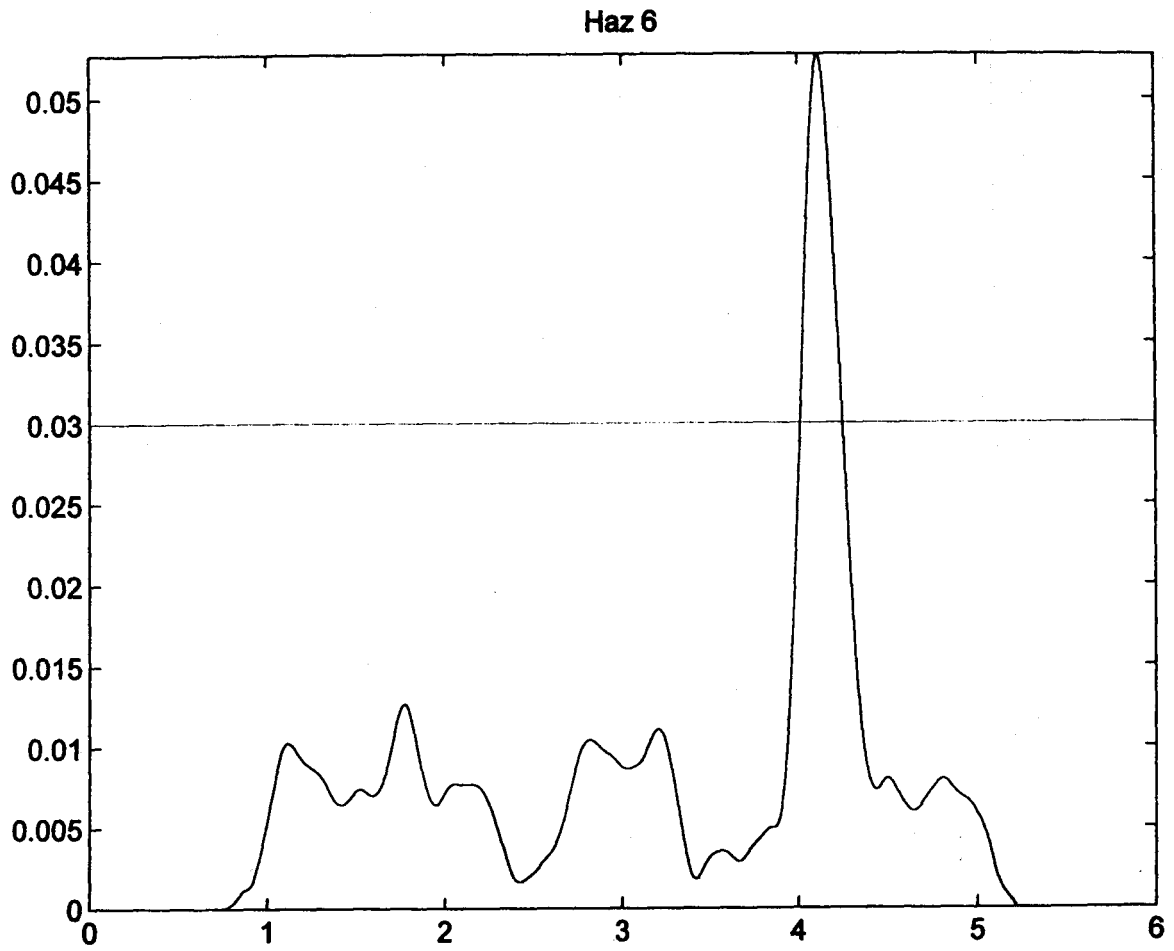


Figura 4-6

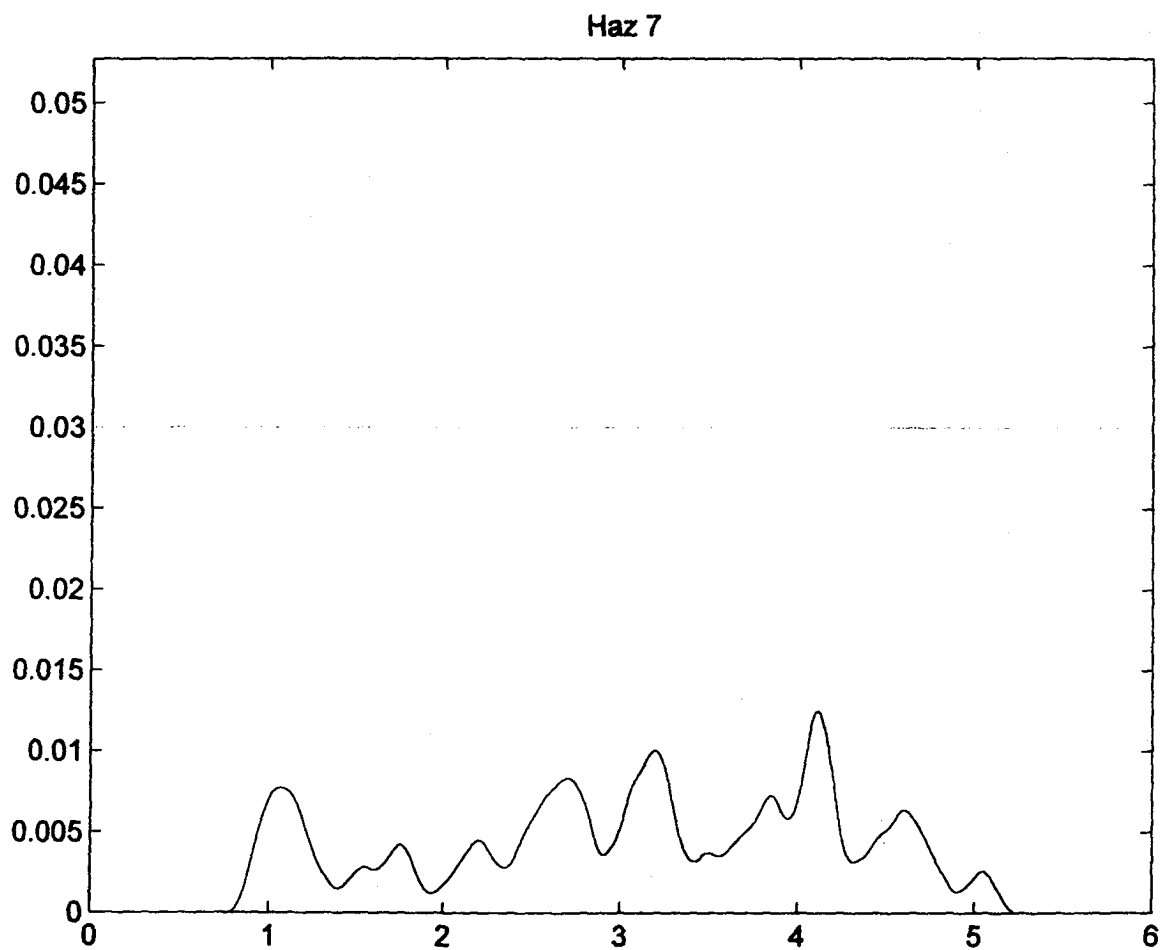


Figura 4-7



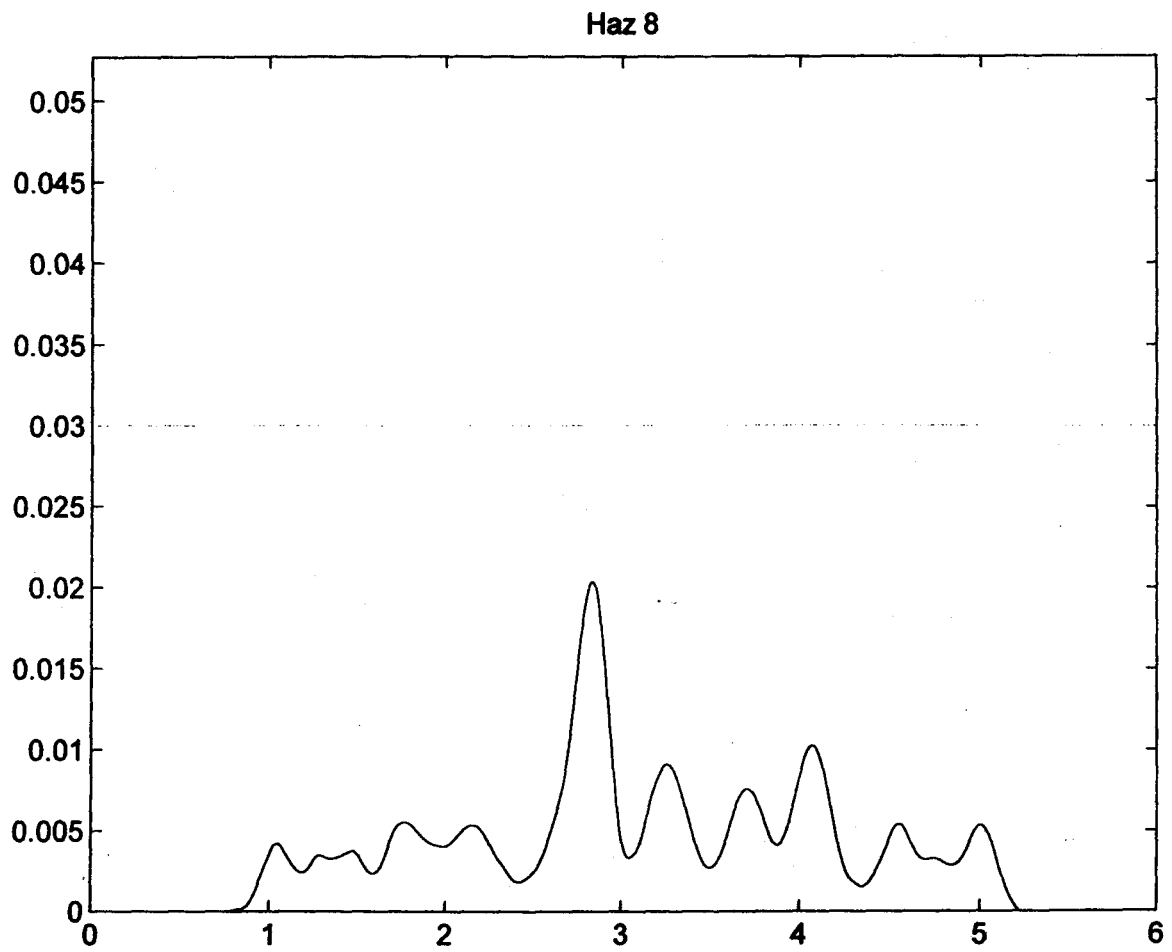


Figura 4-8

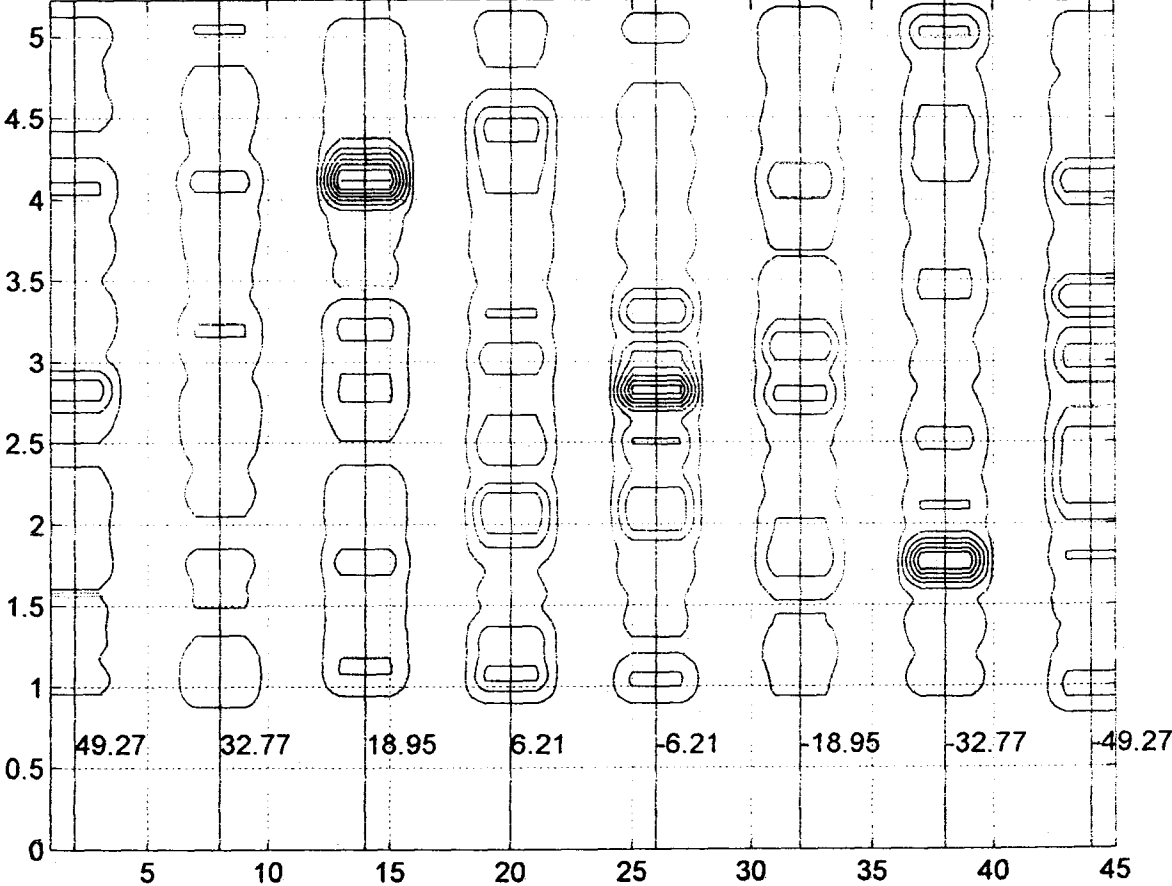


Figura 5

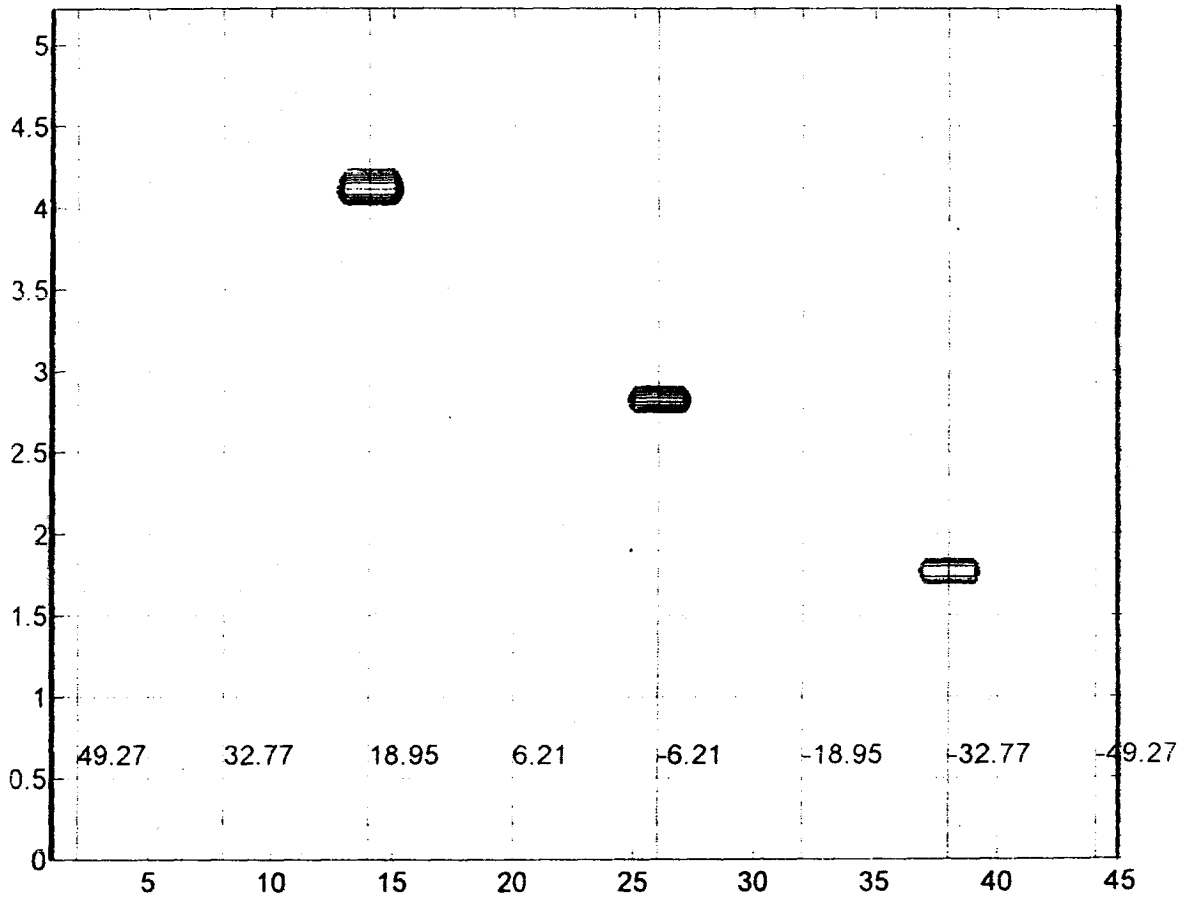


Figura 6

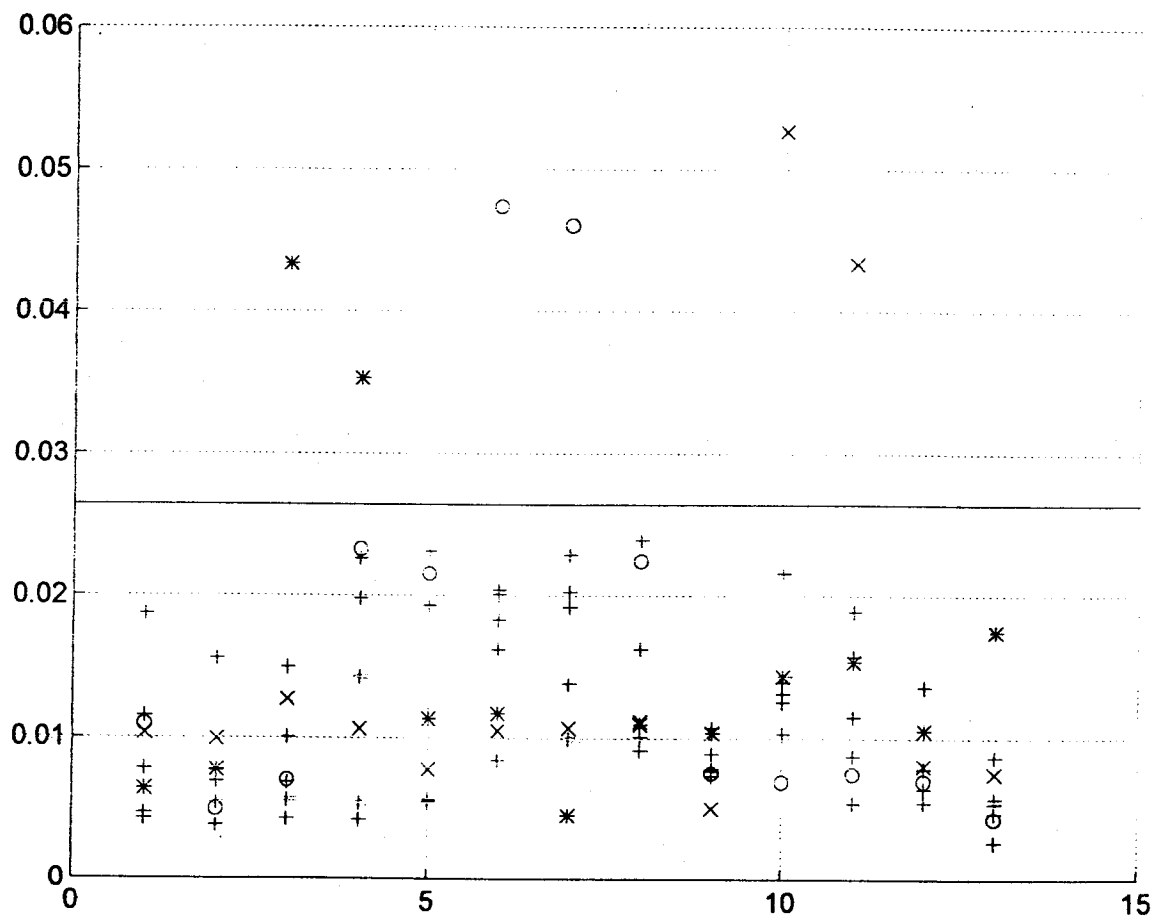


Figura 7

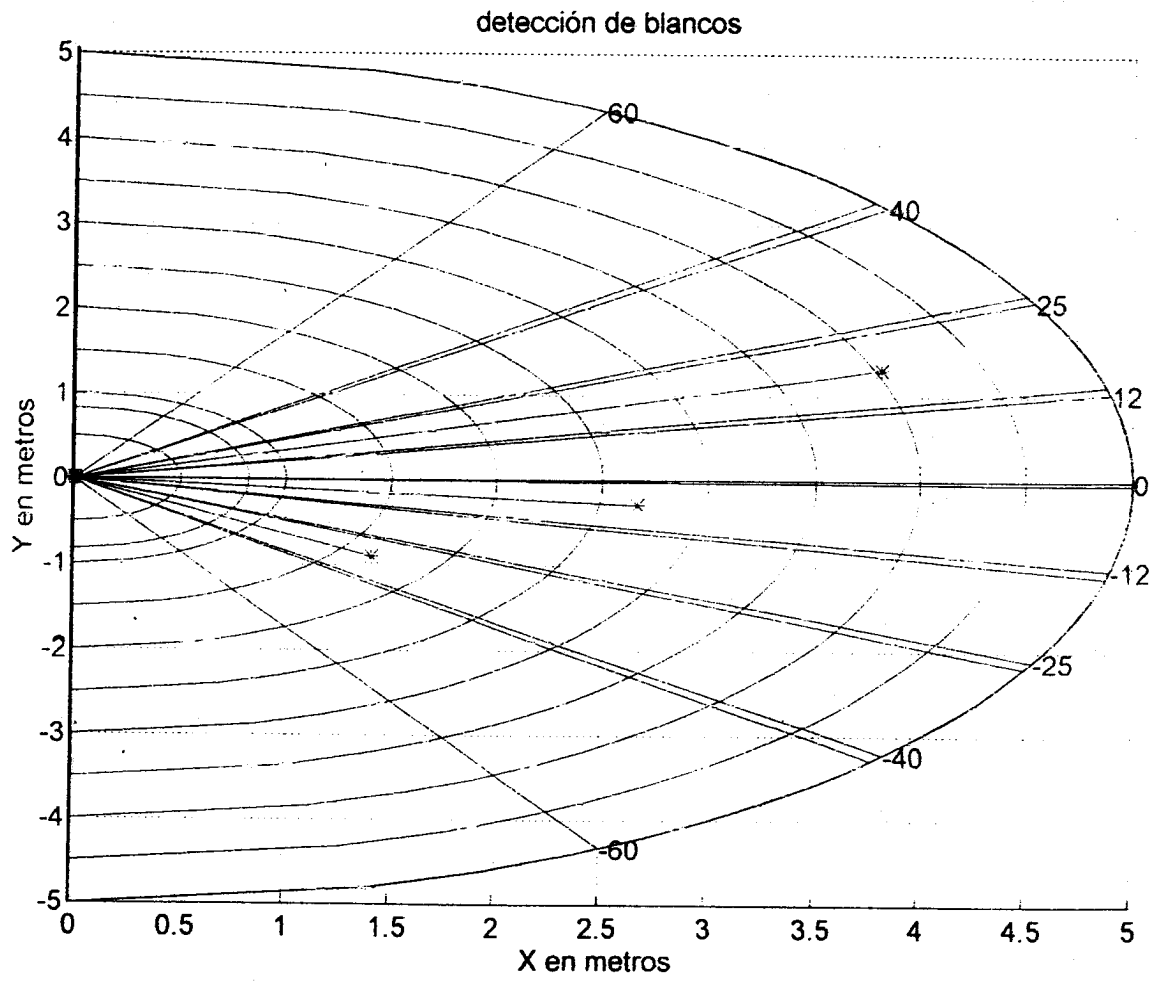


Figura 8



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: G01S 15/42, 15/89, 7/52

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	WO 9306503 A1 (BRITISH NUCLEAR FUELS PLC; UNIVERSITY COLLEGE CARDIFF CONSULTANTS LTD.) 01.04.1993, página 1, línea 28 - página 5, línea 13; página 6, línea 35 - página 9, línea 19; página 12, líneas 12-25; página 13, líneas 29-32; figura 1.	1,2,5,7 3
Y A	US 5590659 A (HAMILTON, R. et al.) 07.01.1997, resumen; reivindicaciones; figuras 13,14,16.	1,2,5,7 3
A	EP 139242 A2 (TOSHIBA KABUSHIKI KAISHA) 02.05.1985, página 3, línea 32 - página 4, línea 34; página 9, línea 25 - página 14, línea 20.	1-3,5,7
A	EP 453905 A2 (ANSCHÜTZ & CO. GmbH) 30.10.1991, todo el documento.	1-3,5
A	DE 3826139 A1 (SIEMENS AG) 08.02.1990, todo el documento.	1-3
A	US 4837749 A (NAKAJIMA, H.) 06.06.1989, resumen; reivindicaciones; figuras.	1-3

**Categoría de los documentos citados**

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

**Fecha de realización del informe**  
02.11.2000

**Examinador**  
O. González Peñalba

**Página**  
1/1