



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 291 707**

(51) Int. Cl.:
G08B 17/10 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03774522 .1**

(86) Fecha de presentación : **02.10.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1547041**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

(54) Título: **Método y aparato para indicar la activación de una alarma de un detector de humo.**

(30) Prioridad: **02.10.2002 US 415127 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

(73) Titular/es: **Combustion Science & Engineering, Inc.**
8940 Old Annapolis Road, Suite L
Columbia, Maryland 21045-1997, US

(72) Inventor/es: **Roby, Richard, J.;**
Klassen, Michael, S.;
Schemel, Christopher, F.;
Vashishat, Diwakar;
Holton, Maclain, M. y
Flint, Kelly, R.

(74) Agente: **Gil Vega, Víctor**

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

Método y aparato para indicar la activación de una alarma de un detector de humo.

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud provisional de Estados Unidos con nº de serie 60/415.127, presentada el 2 de octubre de 2002.

Antecedentes de la invención

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a métodos y dispositivos para detectar la activación de una alarma audible de detector de humo.

15 Antecedentes de la tecnología

20 Durante un incendio, es posible que los ocupantes de un edificio sólo tengan unos minutos para poder escapar del mismo sin sufrir daños. Debido a que este periodo para abandonar el edificio es posiblemente muy breve, es esencial avisar con la mayor anticipación posible a sus ocupantes. La mayoría de los dispositivos que se venden en el sector de la seguridad contra incendios se basan en alarmas audibles que alertan a los ocupantes de un edificio residencial. Desgraciadamente, estos dispositivos no resultan efectivos para las personas con discapacidades auditivas. Por consiguiente, existe la necesidad de un dispositivo que proporcione una protección suficiente a todas aquellas personas con dificultades auditivas en caso de que se produzca una situación de emergencia relacionada con un incendio.

25 En el estado anterior de la técnica se conocen dispositivos que utilizan señales visuales para alertar a las personas con discapacidades auditivas. En las patentes estadounidenses nº 4.227.191 y 4.287.509 se describen ejemplos de dichos dispositivos. Éstos combinan un detector y una alarma visual en un solo dispositivo. En la patente estadounidense nº 5.012.223 se revela otro dispositivo de aviso visual. Este dispositivo detecta el sonido de un detector de humo remoto y enciende una luz como respuesta al mismo. Los dispositivos de alarma visual de este tipo poseen un grave inconveniente: no son eficaces a la hora de alertar a una persona con problemas de audición que se encuentre dormida en ese momento.

30 Para solucionar esta necesidad se han propuesto sistemas en los que se combina la estimulación táctil (por ejemplo, dispositivos vibradores y dispositivos que sacuden las camas). En la patente estadounidense nº 4.380.759 se describe uno de estos dispositivos, el cual incluye un sensor de vibraciones que se ubica al lado de un detector de humo. Cuando se activa el detector de humo, la vibración de la alarma audible acciona una lámina vibradora que causa una sensación suave en la piel. El uso de este tipo de dispositivos resulta incómodo (especialmente cuando el dispositivo sólo se utilizará en una ubicación de forma temporal, como por ejemplo en la habitación de un hotel), ya que el usuario debe colocar la unidad transmisora en contacto físico con el detector de humo, que a menudo se encuentra en un techo o en otro lugar de acceso difícil. Otros dispositivos para las personas con discapacidades auditivas (por ejemplo, el dispositivo mostrado en la patente estadounidense nº 5.917.420) incluyen la transmisión de señales de un detector a un dispositivo que sacude el mobiliario o a otro dispositivo de estimulación táctil. Aunque estos dispositivos suponen un avance, con frecuencia resultan bastantes caros y, lo que es más importante, requieren un equipamiento especializado.

45 La patente estadounidense nº 5.651.070 describe un dispositivo de aviso que se dedica a “escuchar” los sonidos emitidos por dispositivos como timbres de puertas y detectores de humos, activando un dispositivo de estimulación táctil en forma de un reloj de pulsera. En este dispositivo se graba una alarma audible específica y se compara continuamente la alarma grabada con los sonidos ambientales captados a través de un micrófono. Se utiliza un comparador de 4 bits para determinar si existe una correspondencia entre los mismos. No se revelan los criterios que se introducen en el comparador para determinar una correspondencia. La utilización de este dispositivo resulta compleja, ya que el usuario debe grabar el sonido deseado antes de poder utilizarlo. Esta circunstancia puede ser un problema, por ejemplo cuando una persona llega a una habitación de hotel tarde por la noche, ya que la activación de la alarma del detector de humo para realizar la grabación podría molestar a otros huéspedes del hotel.

55 La patente estadounidense nº 501, 223 (Gribell *et al*) se refiere a un dispositivo activado por alarma de humo con un receptor de sonidos y un dispositivo convertidor de señales. La señal de sonido recibida es convertida a una señal digital que representa la onda sonora y analizada para establecer si se está detectando una alarma de humo activa. Específicamente, la señal digital se detecta en un primer periodo de tiempo idéntico al periodo de tiempo en el que se genera la onda sonora. Se detecta la ausencia de una señal digital en el segundo periodo de tiempo; este segundo periodo de tiempo es idéntico al periodo de tiempo en el que la onda sonora detectada está ausente. Cuando se detecta la presencia de la señal digital en el primer periodo de tiempo y la ausencia de la señal digital en el segundo periodo de tiempo se genera una señal de control de salida.

65 Además de los factores mencionados anteriormente, la generación de posibles falsas alarmas es una consideración importante en este tipo de dispositivos. Resulta relativamente sencillo detectar la activación de una alarma audible de detector de humo; otra cuestión completamente diferente es detectar esa alarma sin detectar erróneamente otros dispositivos que se encuentran habitualmente en el hogar. Estos dispositivos pueden producir un ruido constante de banda ancha (por ejemplo, aspiradoras y licuadoras) o pueden producir sonidos intermitentes con frecuencias bien

definidas que coinciden o se encuentran muy cerca de la frecuencia de una alarma de detector de humo (por ejemplo, despertadores, teléfonos tradicionales, teléfonos móviles, etc.). Es un fenómeno bien conocido que los usuarios aprenden rápidamente a hacer caso omiso de un dispositivo de alarma con tendencia a producir un número excesivo de falsas alarmas, haciendo que resulte inútil en la práctica.

Resumen de la invención

La presente invención da respuesta en gran medida a las cuestiones planteadas anteriormente. Esta invención proporciona un método y aparato para detectar la presencia de sonidos correspondientes a alarmas de humo continuas e intermitentes.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, existe un método para detectar si una alarma audible generada por un detector de humo se encuentra activa. La alarma audible posee un periodo de alarma que comprende una pluralidad de periodos activos y una pluralidad de periodos inactivos organizados en un modelo temporal predeterminado. Cada uno de los periodos activos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo emite un sonido audible de alarma. Cada uno de los periodos inactivos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo no emite ningún sonido audible. El mencionado método comprende:

la detección de un valor pico en cada uno de los múltiples periodos de muestra. Cada uno de los periodos de muestra se corresponde con uno de los periodos previstos activos o inactivos en un solo periodo de alarma;

el método se caracteriza por comprender además:

la selección de un valor pico máximo entre los valores pico;

el establecimiento de un umbral de amplitud en función del valor pico máximo;

la comparación de cada uno de los valores pico con el umbral de amplitud por lo que respecta a cada uno de los periodos de muestra con el fin de determinar los periodos de muestra que poseen un valor pico que sobrepasa el umbral de amplitud;

la determinación de si la alarma audible se encuentra activa, basándose al menos en parte en si el modelo temporal de los periodos de muestra en los que el valor pico sobrepasa el umbral de amplitud se corresponde con el modelo temporal predeterminado.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, existe un dispositivo para detectar si una alarma audible emitida por un detector de humo se encuentra activa; la alarma audible posee un periodo de alarma que comprende una pluralidad de periodos activos y una pluralidad de periodos inactivos organizados en un modelo temporal predeterminado. Cada uno de los periodos activos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo emite un sonido de alarma audible. Cada uno de los periodos inactivos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo no emite ningún sonido audible. El dispositivo comprende:

un micrófono; y

un procesador conectado al micrófono;

el dispositivo se caracteriza porque el procesador está configurado para llevar a cabo los pasos de:

detección de un valor pico en cada uno de los múltiples periodos de muestra. Cada uno de los periodos de muestra se corresponde con uno de los periodos activos o inactivos previstos en un solo periodo de alarma;

selección de un valor pico máximo de entre los valores pico;

establecimiento de un umbral de amplitud en función del valor pico máximo;

comparación de cada uno de los valores pico con el umbral de amplitud por lo que respecta a cada uno de los periodos de muestra con el fin de determinar los periodos de muestra que poseen un valor pico máximo que sobrepasa el umbral de amplitud;

determinación de si la alarma audible se encuentra activa, basándose al menos en parte en si el modelo temporal de los periodos de muestra en los que el valor pico sobrepasa el umbral de amplitud se corresponde con el modelo temporal predeterminado.

En una modalidad preferida, se toma una serie de muestras espaciadas temporalmente durante un periodo de tiempo lo suficientemente prolongado como para incluir al menos un periodo completo de un modelo de sonidos de una alarma audible de un detector de humo que se repiten, y los dos parámetros que se analizan para cada muestra son la frecuencia y amplitud del sonido más alto en esa muestra. Estos dos parámetros se deben corresponder con el modelo temporal especificado para que se pueda declarar la detección de una alarma. En modalidades de la invención

que tienen por objeto detectar las alarmas audibles intermitentes de un detector de humo, el modelo varía a lo largo del tiempo. En las modalidades que tienen por objeto detectar las alarmas audibles constantes de un detector de humo, el modelo no varía a lo largo del tiempo.

5 Es posible activar el comienzo del análisis algorítmico mediante un algoritmo de detección concebido para utilizar menos energía en relación con la cantidad de energía consumida por el análisis algorítmico. Ello resulta especialmente importante en aquellos dispositivos que funcionan con baterías.

10 En otra modalidad preferida de la invención, se incorpora el aparato de detección mencionado anteriormente a un detector de humo convencional con el fin de proporcionar un detector de humo que detectará tanto el humo como la alarma de otro detector de humo. En una modalidad alternativa, un detector de humo incluye un transceptor que transmite una señal de activación a detectores de humo cercanos cuando se detecta el humo de un fuego y que recibe una señal de activación de detectores cercanos. En el momento de recepción de una señal de activación de un detector de humo cercano, el detector de humo activará su dispositivo de aviso (sonoro, táctil y/o visual). Estas modalidades resultan especialmente útiles en situaciones en las que (por ejemplo, un código de construcción) requiere una activación de estación a estación, ya que las modalidades proporcionan un medio para obtener una activación de estación a estación sin necesidad de que las mismas estén conectadas físicamente.

Breve descripción de los dibujos

20 Se puede obtener una apreciación y comprensión más completa de la invención y de muchas de sus características y ventajas al leer y estudiar la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

25 la Figura 1 es un diagrama temporal que ilustra el modelo temporal de una alarma audible de detector de humo, de conformidad con la norma NFPA;

las Figuras 2a y 2b muestran trazados de amplitud en función de la frecuencia para una alarma audible de detector de humo típica, tomados con el detector en una caja revestida de espuma y en una caja sin espuma, respectivamente;

30 la Figura 3 es un diagrama de bloques de hardware de un dispositivo que indica la activación de una alarma de humos, de acuerdo con una primera modalidad de la invención;

la Figura 4 es un diagrama de flujo de una rutina de adquisición llevada a cabo por el dispositivo de la Figura 2;

35 las Figuras 5a y 5b comprenden conjuntamente un diagrama de flujo de una subrutina de detección llevada a cabo por el dispositivo de la Figura 2;

la Figura 6 ilustra un periodo total de muestras para la subrutina de las Figuras 5a y 5b;

40 la Figura 7 ilustra el periodo de muestra individual de la subrutina de las Figuras 5a y 5b;

la Figura 8 es un diagrama de bloques de hardware de un detector de humo, de acuerdo con una segunda modalidad de la presente invención;

45 Descripción detallada

Se analizará la presente invención con referencia a las modalidades preferidas de los dispositivos para detectar alarmas audibles de detectores de humo. Se expondrán detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención. No se debería asumir que las modalidades preferidas que se estudian en el presente documento suponen una limitación de la invención. Asimismo, para facilitar su comprensión se describen determinados pasos metodológicos como pasos independientes; sin embargo, no se debería interpretar que estos pasos son necesariamente independientes o que deben llevarse a cabo en un orden determinado.

55 Con anterioridad a 1996, las alarmas audibles de los detectores de humo presentaban modelos diferentes, dependiendo de su fabricante. Algunas alarmas audibles eran constantes, mientras que otras mostraban diversos modelos temporales intermitentes. No obstante, los detectores de humo fabricados después de 1996 deben ajustarse a la norma NFPA 72 de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (*National Fire Protection Association*), la cual exige a los detectores de humo que emitan señales de alarma audible con el modelo temporal que se muestra en la Figura 1. Este modelo consiste en tres conjuntos de periodos breves de actividad/inactividad, seguidos por un periodo más largo de inactividad. Se especifica la longitud de los periodos breves de actividad e inactividad como de 0,5 segundos de actividad +/- 10%, seguidos de 0,5 segundos de inactividad +/- 10%. Se especifica el periodo largo de inactividad como de 1,5 segundos +/- 10%. Las pruebas realizadas por solicitantes de diversos detectores de humo muestran que la mayoría de los detectores, pero no todos, cumplen esta especificación.

65 Además del modelo temporal de la Figura 1, la NFPA 72 también especifica que las señales de alarma audible cuyo objetivo sea un funcionamiento en el modo privado deben poseer:

ES 2 291 707 T3

un nivel sonoro no inferior a 45 dBA a 3,05 metros (10 pies) o superior a 120 dBA a una distancia de audición mínima del dispositivo audible;

un nivel sonoro de al menos 15 dBA por encima del promedio de nivel sonoro ambiental o de 5 dBA por encima del nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos (el nivel sonoro que sea mayor de estos dos), medido a 1,52 metros (5 pies) por encima del nivel del suelo.

En las áreas en donde normalmente se duerme, la NFPA 72 también especifica que las señales audibles de alarma deben tener:

un nivel sonoro de al menos 15 dBA por encima del promedio de nivel sonoro ambiental o de 5 dBA por encima del nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos o un nivel sonoro de al menos 70 dBA (el nivel sonoro que sea mayor de estos tres), medido al nivel de la almohada en el área donde se duerme.

La NFPA 72 no especifica una frecuencia de la alarma audible. Sin embargo, los solicitantes han sometido a pruebas aproximadamente 18 detectores de humo disponibles en la actualidad y han llegado a la conclusión de que la alarma audible, en la mayoría de los detectores de humo a la venta en la actualidad fabricados después de 1996 (así como algunos fabricados con anterioridad a 1996), poseen puntos máximos de frecuencia bien definidos de aproximadamente 3200 Hz +/- un 10% aproximadamente, así como puntos máximos en frecuencias armónicas correspondientes. La frecuencia de 3200 Hz corresponde a un sonido que la mayoría de los seres humanos con una capacidad auditiva normal pueden oír sin problemas. En la Figura 2a se muestra un trazado de ejemplo de amplitud frente a frecuencia para una alarma en un detector de humo típico, en este caso un modelo de detector de humo 0914 de Fire Sentry, ubicado en una caja revestida de espuma. En la Figura 2b se ilustra un trazado de amplitud frente a frecuencia para el mismo detector en una caja sin revestimiento. En la Tabla 2 se muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas por los solicitantes sobre 18 detectores de humo.

TABLA 2

Características de frecuencia de alarmas comunes de detectores de humo

	Promedio (Hz)	Máxima (Hz)	Mínima (Hz)	Rango (Hz)
Sin espuma				
Primer punto máximo	3245	3445	3079	366
Segundo punto máximo	6540	6885	6158	727
Tercer punto máximo	9748	10314	9259	1055
Con espuma				
Primer punto máximo	3265	3445	3101	344
Segundo punto máximo	6530	6869	6202	668
Tercer punto máximo	9787	10314	9302	1012

Debido a que un gran número de fabricantes de detectores de humo recomiendan la sustitución de detectores de humo después de aproximadamente diez años, se está reduciendo rápidamente el número de detectores de humo en funcionamiento que se remontan a antes de 1996. Por consiguiente, esta invención dedicará su atención principalmente al reconocimiento de las alarmas audibles de 1996 y de los detectores de humo más recientes. Con todo, ello no quiere decir que este factor supone una limitación del ámbito de la invención.

En la Figura 3 se ilustra un dispositivo (300) para la detección de una alarma audible de un detector de humo y la activación de un segundo dispositivo de alarma, de acuerdo con una modalidad de la invención. El dispositivo (300) incluye un micrófono (310) para la captación de sonidos ambientales. El micrófono (310) está conectado opcionalmente a un amplificador (320), mostrado con una línea discontinua en la Figura 3). El amplificador (320) está conectado a un convertidor analógico-digital A/D (330) para convertir la señal analógica del micrófono (310) en una señal digital representativa del sonido ambiental. Los datos de sonidos digitalizados del convertidor A/D (330) se introducen en un procesador (340) para la detección de una alarma audible de un detector de humo. El procesador (340) puede ser

un microprocesador, un procesador de señales digitales o cualquier otro tipo de procesador. Aunque este procesador (340) está ilustrado en la Figura 3 por un solo recuadro, se sobreentenderá que el procesador (340) puede comprender una pluralidad de dispositivos. En una modalidad, el procesador (340) incluye un dispositivo especializado para la computación de una transformada de Fourier y un microprocesador de uso general. Una memoria (350) está conectada al procesador (340).

El procesador (340) está alimentado por una fuente de energía (360). En modalidades preferidas, la fuente de energía (360) es una batería. Otra posibilidad es que la fuente de energía incluya un transformador y rectificador para su conexión a una fuente de energía de corriente alterna. En otras modalidades, puede adaptarse la fuente de energía (360) para que suministre energía al procesador (340) desde una fuente de corriente alterna cuando ésta se encuentre disponible y desde una batería cuando la fuente de corriente alterna no se encuentre disponible mediante un método bien conocido en este campo.

Cuando el procesador detecta la alarma audible de un detector de humo, el procesador (340) emite una señal a un dispositivo de alarma (370). En las modalidades preferidas, el dispositivo de alarma (370) es una alarma táctil. Entre las alarmas táctiles que se pueden utilizar con la presente invención se encuentran un reloj vibrador, un localizador personal o “buscapersonas” vibrador y dispositivos que sacuden las camas, incluido el *Super Bed Vibrator* y el *Super Bed Vibrator* de velocidad variable de la marca SONIC ALERT®. El *Super Vibrator* posee un diámetro de 8,89 cm (3,5 pulgadas), un grosor de 3,175 cm (1,25 pulgadas) e incluye una masa desequilibrada y un motor. Este dispositivo puede colocarse bajo un colchón o una almohada. También se pueden utilizar alarmas táctiles diferentes.

La Figura 4 es un diagrama de flujo (400) del procesamiento que el procesador (340) lleva a cabo en una modalidad de la invención. En el paso 402, un micrófono (310) toma muestras del sonido ambiental durante un periodo de tiempo. En algunas modalidades este periodo de tiempo es de 2 segundos. Se elige esta duración para que exceda el periodo de tiempo inactivo de 1,5 segundos que se especifica en la norma NFPA 72. En el paso 403, el procesador (340) calcula una transformada de Fourier en la salida de datos de sonido digitalizados a través del convertidor A/D (330). A continuación, en el paso 404, se filtran los datos mediante la eliminación de los datos que se encuentren en frecuencias por debajo de un umbral de frecuencias bajas. Los expertos en este campo se percatarán de que es posible sustituir el paso de filtrado si se inserta un filtro analógico de paso alto con anterioridad al convertidor A/D (330).

Después de que los datos se han filtrado en el paso 404, en el paso 406 se determina una amplitud máxima de los datos filtrados. Si esta amplitud máxima se encuentra a una frecuencia correspondiente a la frecuencia prevista de una alarma de detector de humo, es decir, 3200 Hz +/- 10% (2880 - 3520 Hz) en el paso 408, se introduce una rutina de adquisición en el paso 410. Tras completar la rutina de adquisición, o si el pico identificado en el paso 406 no se encuentra en la frecuencia correcta en el paso 408 (lo que quiere decir que un dispositivo diferente a un detector de humo está generando el ruido más alto), el procesador (340) genera un retraso durante un periodo de tiempo en el paso 412 y se repite el paso 402. En las modalidades preferidas, el periodo de retraso en el paso 412 es de 10 segundos.

La rutina ilustrada en el diagrama de flujo (400) de la Figura 4 actúa como una rutina de control y seguimiento que se lleva a cabo periódicamente para determinar si existe la posibilidad de que esté sonando una alarma de detector de humo. En este contexto, “periódicamente” significa “de vez en cuando” e incluye la realización de la rutina a intervalos tanto fijos como variables. La elección de un periodo de seguimiento de 2 segundos y un periodo de retraso de 10 segundos se corresponde con un ciclo de trabajo de aproximadamente un 17%. Otra posibilidad consiste en utilizar, en vez de un periodo de seguimiento continuo de 2 segundos, una serie de muestras más breves espaciadas a lo largo de un intervalo mayor que el periodo de inactividad de 1,5 segundos (o el periodo de inactividad más largo en el modelo temporal objetivo). Se realiza la rutina de seguimiento periódica, en vez de un seguimiento continuo, con el fin de conservar energía, un aspecto de particular importancia en los dispositivos alimentados por baterías. En otras modalidades de la invención, como por ejemplo aquellas alimentadas por la corriente alterna de una casa típica a través de un enchufe, es posible omitir esta rutina de seguimiento (400) y realizar la rutina de adquisición (410) de forma continua.

En las Figuras 5a y 5b se muestran los detalles de la rutina de seguimiento (410). La rutina comienza en el paso 502 con el muestreo del sonido ambiental durante un breve periodo de tiempo. En algunas modalidades este periodo de muestreo tiene una duración de 50 milisegundos. Se debería escoger la longitud mínima del periodo de muestra, de forma que el número de muestras que se tomen sea suficiente para obtener una buena resolución de frecuencia de una transformada de Fourier de los datos; por consiguiente, la longitud mínima del periodo de muestreo depende de la velocidad para tomar muestras del equipo. El procesador (340) convierte la muestra al dominio de la frecuencia al tomar la transformada de Fourier en el paso 504; en el paso 506 se somete la muestra a un filtro de paso alto al excluir los datos que se encuentran por debajo de un umbral de frecuencias (500 Hz en las modalidades preferidas). A continuación, en el paso 508, se determina la frecuencia del valor pico. Si el valor pico se encuentra en la frecuencia prevista de una alarma de detector de humo (3200 Hz +/- 10% ó 2880 - 3520 Hz, como en el caso mencionado anteriormente), se establece en el paso 512 un bit correspondiente en una matriz de frecuencia máxima en la memoria (350); si no, el bit correspondiente continúa teniendo el valor “0”. Preferentemente, la matriz de frecuencia máxima es una matriz unidimensional de bits con un número total de bits equivalente al número total de muestras (por ejemplo, 12) en el periodo total de muestras. Después del paso 512 (o del paso 510 si la frecuencia del valor pico no se encuentra en la frecuencia prevista de una alarma de detector de humo en el paso 510), se registra en la memoria el valor pico para la muestra en el paso 514.

ES 2 291 707 T3

Como se estudiará más adelante, la matriz de frecuencia máxima se correlacionará con una matriz de valor pico y a continuación se comparará con un modelo temporal previsto. De esta forma se garantiza que las frecuencias máximas para cada periodo activo del modelo de la NFPA 72 se corresponden con la frecuencia prevista de la alarma audible del detector de humo. No es importante si la frecuencia de los valores pico en los periodos inactivos se encuentra en la frecuencia objetivo, y un periodo inactivo que posee una frecuencia máxima en la frecuencia objetivo de la alarma del detector de humo no tendrá como resultado que no se declare una correspondencia, ya que es posible que el ruido ambiental posea un pico en la misma frecuencia que la alarma de detector de humo durante un periodo inactivo.

Si no se ha tomado aún el número deseado de muestras en el paso 514, el procesador (340) produce un retraso durante un periodo de tiempo en el paso 518 y se toma otra muestra en el paso 502. En las modalidades preferidas el periodo de retraso elegido es de 0,5 segundos desde el comienzo del último periodo de muestra, que se corresponde con el periodo activo de 0,5 segundos y el periodo inactivo de 0,5 segundos del modelo temporal exigido por la NFPA 72. En las modalidades preferidas se elige un número total de muestras de 12, que se corresponden con un periodo total de muestras de 5,5 segundos, debido al espaciamiento de medio segundo entre los periodos de muestra. Como se ilustra en la Figura 6, cinco segundos y medio corresponde al periodo mínimo necesario para garantizar que los tres periodos activos y el largo periodo inactivo exigido por la NFPA 72, así como un periodo adicional activo, se encuentran dentro del periodo total de muestras. La Figura 7 ilustra los 12 periodos de muestra superpuestos sobre una posible señal de alarma audible.

Por lo que respecta a la Figura 5a, una vez que se ha tomado en el paso 516 el número deseado de muestras para un periodo total de muestras, se determina en el paso 518 la amplitud máxima de todas las muestras en el periodo total. A continuación, se establece en el paso 520 un umbral de amplitud basado en la amplitud máxima. Se utilizará el umbral de amplitud para determinar la amplitud de umbral correspondiente a una condición "activa". En algunas modalidades, se escoge un 80% como umbral de amplitud de la amplitud máxima. El umbral de amplitud depende de la amplitud prevista de la varianza de la fuente (es decir, la alarma audible del detector de humo). Por consiguiente, el umbral de amplitud puede ser diferente, dependiendo de los diferentes detectores de humo "objetivo" y del índice deseado de falsas alarmas.

Es necesario mencionar que el establecimiento de un umbral de amplitud en función de un umbral máximo se considera un aspecto importante para el control de alarmas falsas en la presente invención. Esta elección de umbral reconoce que no se conocerá la amplitud máxima de una alarma de detector de humo, debido a que la amplitud máxima varía en función del cuadrado de la distancia entre el dispositivo (300) y el detector de humo, pero que la amplitud máxima será generalmente la misma durante los periodos activos porque la alarma del detector de humo se encuentra a un nivel constante durante los periodos activos y la distancia entre el dispositivo (300) y el detector de humo en general no varía. También se debe mencionar que se selecciona el umbral de amplitud en función de la amplitud máxima y no en función de la amplitud máxima con relación al ruido, o de la señal con relación al ruido, ya que el ruido de fondo puede sufrir variaciones y, por consiguiente, la relación entre la señal y el ruido puede no ser constante, a pesar de que la amplitud de la alarma del detector de humo es constante. Este umbral de amplitud desempeña una función importante en la prevención de falsas alarmas, ya que permite distinguir las alarmas de detectores de humo de otros dispositivos con sonidos intermitentes que varían en amplitud, como por ejemplo un televisor.

Después de que se determina la amplitud de umbral en el paso 520, se establece el bit correspondiente en una matriz de valor pico para cada muestra en la que la amplitud máxima es superior a la amplitud de umbral en el paso 522. La matriz de valor pico, al igual que la matriz de frecuencia máxima, es preferentemente una matriz unidimensional de bits, con un número total de bits equivalente al número total de muestras (por ejemplo, 12) en el periodo total de muestras. A título de ejemplo, supongamos que las amplitudes máximas detectadas en el periodo total de muestras fueran las siguientes:

<u>Muestra</u>	<u>Amp. máx.</u>
1	9,3
2	1,0
3	9,1
4	2,1
5	9,4
6	0,2
7	0,4
8	0,8
9	9,4
10	1,1
11	9,5
12	1,0

ES 2 291 707 T3

En este caso, la amplitud máxima fue de 9,5. El umbral de amplitud sería $9,5 * 0,80 = 7,6$. Por lo tanto, únicamente las amplitudes en las muestras 1, 3, 5, 9 y 11 superan el umbral y la matriz de valor pico resultante sería 101010001010.

En algunas modalidades, existe un nivel mínimo por debajo del cual no se puede establecer el umbral de amplitud. Este nivel mínimo se corresponde con los 15 dB por encima del nivel de ruido ambiental exigidos por la NFPA 72. No obstante, este mínimo de 15 dB asume que se ha instalado el número correcto de detectores de humo en el edificio (es decir, que un detector de humo se encuentra dentro de la distancia máxima permitida). En otras modalidades, el mínimo es únicamente de 10 dB para incluir instalaciones no estándar. Este umbral mínimo de amplitud garantiza que el ruido ambiental no provocará la activación de falsas alarmas.

A continuación, la matriz de valor pico se correlaciona con la matriz de frecuencia máxima en el paso 524. Como se ha mencionado anteriormente, la matriz de frecuencia máxima es una matriz de bits con 1 para cada muestra, en la que la amplitud máxima corresponde a una frecuencia de 3200 Hz. En las modalidades preferidas, esta correlación comprende el tomar un Y lógico ("AND") de la matriz de frecuencia máxima y la matriz de valor pico. La matriz correlacionada, que también será una matriz unidimensional con un número de bits equivalente al número de muestras, tendrá un bit establecido para cada muestra en la que el valor pico es superior al umbral de amplitud Y en la que el valor pico se encuentra a una frecuencia que se corresponde con la frecuencia prevista del detector de humo, a saber, aproximadamente 3200 Hz. En un entorno de ruido bajo, las matrices de frecuencia máxima y valor pico pueden corresponderse entre sí. Sin embargo, no siempre se da este caso. Por ejemplo, los solicitantes han realizado pruebas que han revelado que la matriz de frecuencia máxima puede tener bits establecidos para muestras, mientras que la matriz de valor pico no los tiene. Se cree que ello es debido al efecto de ecos leves de los periodos activos que naturalmente poseen la misma frecuencia que la alarma del detector de humo y que se detectan durante los periodos inactivos en el modelo temporal de la NFPA 72. La correlación entre la matriz de la frecuencia máxima y la matriz del valor pico impide la interpretación errónea de estos ecos como señales activas.

A continuación, en el paso 526 se compara la matriz correlacionada con el modelo temporal de la NFPA 72. Como se ha mencionado anteriormente, se escoge el periodo total de muestras de forma que haya al menos cuatro periodos activos del modelo temporal de la NFPA 72. Tres de estos cuatro periodos activos estarán separados por periodos inactivos de 0,5 segundos; el otro periodo activo estará separado por el periodo inactivo de 1,5 segundos. No obstante, no se sabrá si tres periodos activos preceden al cuarto periodo activo. A continuación se presentan los dos modelos posibles correspondientes a estos cuatro periodos activos ("1" representa "activo" y "0" representa "inactivo"): (a) 100010101 ó (b) 101010001. Por consiguiente, se compara cada uno de estos dos modelos posibles de 9 bits con la matriz correlacionada de 12 bits, en las posiciones de inicio de la matriz de 12 bits en el primer, segundo, tercer y cuarto bit (en otras palabras, el modelo puede comenzar en cualquiera de los cuatro primeros bits en la matriz correlacionada). Si se encuentra cualquiera de estos modelos en la matriz correlacionada en el paso 526, se activa el dispositivo de aviso en el paso 528.

A diferencia de la matriz de frecuencia máxima, es importante que la matriz de valor pico indique una inactividad durante las muestras correspondientes a los periodos inactivos en el modelo temporal de la NFPA 72. La unión con el "Y" lógico de la matriz de frecuencia máxima (para la que el estado de las muestras correspondientes al periodo inactivo no resulta importante) con la matriz de valor pico simplifica la comparación de las dos matrices con el modelo temporal de la NFPA 72.

Deberá tenerse en cuenta que estos dos modelos contienen más de un "periodo" completo del modelo exigido por la NFPA 72. Es decir, un periodo completo del modelo de la NFPA 72 incluye únicamente tres periodos activos. Se incluye el cuarto periodo activo en los modelos anteriores, que corresponden a un segundo periodo del modelo de la NFPA 72, para proporcionar una medida adicional de prevención contra falsas alarmas. En algunas modalidades no se incluye el cuarto periodo activo en los modelos objetivo.

Si el modelo no se encuentra en la matriz correlacionada en el paso 526, se compara un número total de intentos con un umbral de intentos totales de correlación en el paso 530. En las modalidades preferidas, se fija en 10 el umbral de intentos totales de correlación. Por lo tanto, el procesador (340) intentará encontrar el modelo temporal a lo largo de diez periodos de cinco segundos y medio cada uno, durante un total de 55 segundos o aproximadamente 1 minuto. Si el umbral de intentos totales de correlación no se ha alcanzado en el paso 530, se repetirán el paso 502 y los pasos siguientes. Si se ha alcanzado el umbral de intentos totales de correlación en el paso 530, la subrutina termina y el control vuelve al paso 412 (Figura 4).

Como se ha mencionado anteriormente, también se puede utilizar el dispositivo (300) para detectar detectores de humo anteriores a 1996. Por ejemplo, algunos detectores de humo anteriores a 1996 emiten alarmas audibles con modelos temporales que consisten en una serie de pulsos activos e inactivos. Con el fin de detectar dichos detectores de humo, se ajusta la velocidad de muestras para incorporar los diferentes tiempos de los pulsos activos/inactivos y se modifica el modelo del paso 526 a una serie alternativa de "1" y "0". Otros detectores de humo anteriores a 1996 emiten sonidos continuos. Para estos detectores se modifica el modelo a una serie de "1". Se utiliza una serie de "1", en vez de un solo "1" (es decir, una muestra única que posea una amplitud por encima del umbral de amplitud) para garantizar que la duración de cualquier señal es lo suficientemente larga como para impedir la confusión de sonidos de duración breve (por ejemplo, procedentes de un televisor) con la alarma audible de un detector de humo.

En la Figura 8 se ilustra un detector de humo (800) en conformidad con una segunda modalidad de la invención. Este detector de humo (800) es apropiado para su montaje en una pared o techo, de forma similar a un detector de humo convencional. No obstante, como se estudiará de forma más detallada a continuación, el detector de humo (800) ha sido adaptado para proporcionar una activación de estación a estación y la activación de una alarma táctil remota.

El detector de humo (800) incluye un micrófono (810) conectado a un amplificador (820). El amplificador (820) está conectado a un convertidor A/D (830). El convertidor A/D (830) está conectado al procesador (840). El procesador (840) ha sido configurado para detectar una alarma audible en las muestras de sonido digital izadas del convertidor A/D (830) de la forma mencionada anteriormente. De manera similar, la memoria (850) y la fuente de energía (860) realizan las mismas funciones que la memoria (350) y la fuente de energía (360) de la Figura 3.

El detector de humo (800) incluye además un circuito de detector de humo (805) conectado al procesador (840). El circuito de detector de humo puede pertenecer a cualquier tipo habitual en el estado de la técnica. También se encuentra conectado al procesador (840) un transceptor (880), normalmente un transceptor de RF, capaz de comunicarse con otros detectores de humo (que no se muestran en la Figura 8). Cuando el procesador (840) detecta una alarma audible procedente de otro detector de humo (no mostrado en la Figura 8), cuando el circuito de detector de humo (805) detecta un fuego o cuando se recibe una activación procedente de otro detector de humo a través del transceptor (880), el procesador (840) emite una alarma audible (y/o visual) (895). Asimismo, el procesador (840) transmite un mensaje de activación a un dispositivo de alarma táctil (870) y a cualquier otro detector de humo adicional (890).

El procesador (840) del detector de humo (800) activará los dispositivos de alarma (870 y 895) cuando se recibe un mensaje de activación de otro detector de humo a través del transceptor (880) o cuando se detecta otra alarma audible de un detector de humo. En modalidades alternativas se deben satisfacer ambas condiciones antes de activar los dispositivos de alarma (870 y 895). De esta forma se contribuye a reducir las falsas alarmas; sin embargo, el detector (800) será más susceptible a interferencias de RF o sonoras.

Los expertos en este campo comprenderán que es recomendable la transmisión de un mensaje de activación al recibirse un mensaje de activación procedente de otro detector, ya que permite al detector (800) actuar como un relé en aquellos casos en los que existen tres o más detectores instalados en una ubicación. Por ejemplo, un primer detector de humo puede transmitir un mensaje de activación que es recibido por el detector (800) pero que no es recibido por un tercer detector de humo. En este caso, el mensaje de activación transmitido por el detector (800) al recibir el mensaje de activación del primer detector puede llegar al tercer detector.

Se deberá tener en cuenta que el detector de humo (800) puede no incluir todos los componentes de la Figura 8 en algunas modalidades. Por ejemplo, es posible que el detector de humo (800) no se utilice con un dispositivo de alarma táctil (870) cuando no sea necesario alertar a personas con discapacidades auditivas. Se pueden utilizar dichas modalidades con el fin de proporcionar una activación de estación a estación que no requiera una conexión física entre las mismas. Asimismo, es posible que dichas modalidades no incluyan el micrófono (810), el amplificador (820) o el convertidor A/D (830) para detectar alarmas audibles de otros detectores, basándose en cambio en una señal de activación de RF de otro detector y en el circuito de detector de humo (805) para llevar a cabo la activación. Otra posibilidad es que otras modalidades no estén adaptadas para recibir un dispositivo de activación de otros detectores a través de un transceptor (880), basándose por el contrario en un circuito de detector de humo (805) y/o en la detección de alarmas audibles de otros detectores para activar una alarma audible (895) y una alarma táctil (870).

Aunque esta invención se ha descrito con respecto a determinadas modalidades específicas de detectores de humo y métodos y dispositivos para detectar alarmas audibles de detectores de humo, se sobreentenderá que los expertos en este campo pueden llevar a cabo un gran número de modificaciones y cambios sin abandonar el ámbito de la invención, tal y como se define en las reivindicaciones que se adjuntan.

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar si una alarma audible generada por un detector de humo se encuentra activa. La alarma audible posee un periodo de alarma que comprende una pluralidad de periodos activos y una pluralidad de periodos inactivos organizados en un modelo temporal predeterminado. Cada uno de los periodos activos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo emite un sonido de alarma audible. Cada uno de los periodos inactivos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo no emite un sonido audible. Este método comprende:
 - la detección de un valor pico en cada uno de los múltiples periodos de muestra. Cada uno de los periodos de muestra se corresponde con uno de los periodos activos o inactivos previstos en un periodo de alarma único;
 - el método se **caracteriza** por comprender además:
 - la selección de un valor pico máximo de entre los valores pico;
 - el establecimiento de un umbral de amplitud en función del valor pico máximo;
 - la comparación de cada uno de los valores pico con el umbral de amplitud por lo que respecta a cada uno de los periodos de muestra con el fin de determinar los periodos de muestra que poseen un valor pico que sobrepasa el umbral de amplitud;
 - la determinación de si la alarma audible se encuentra activa, basándose al menos en parte en si el modelo temporal de los periodos de muestra en que el valor pico sobrepasa el umbral de amplitud se corresponde con el modelo temporal predeterminado.
2. El método de la reivindicación 1, que además comprende el paso de:
 - la determinación de una frecuencia que se corresponde con el valor pico en cada uno de los periodos de muestra correspondientes a un periodo activo en el modelo temporal predeterminado;
 - en el que el paso de determinación también se basa en si una frecuencia correspondiente al valor pico en cada uno de los periodos de muestra correspondientes a un periodo activo en el modelo temporal predeterminado se corresponde con una frecuencia de alarma en la que se genera cada uno de los sonidos audibles de alarma.
3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que el umbral de amplitud no es inferior a una amplitud mínima por encima del promedio de nivel de ruido ambiental.
4. El método de cualquier reivindicación anterior, que además comprende los pasos de:
 - obtener, con anterioridad al paso de detección, una muestra de sonido ambiental;
 - examinar un parámetro de la muestra de sonido ambiental para determinar si una alarma audible se encuentra presente; y
 - causar un retraso, si no existe la posibilidad de que la alarma audible esté presente, durante un periodo de tiempo y repetir los pasos de obtención y examen;
 - en el que los pasos de detección, establecimiento, selección, comparación y determinación se llevan a cabo cuando existe la posibilidad de que una alarma audible se encuentre presente.
5. El método de cualquier reivindicación anterior, que además comprende el paso de activación de un dispositivo de alerta (370) cuando se encuentre activa la alarma audible.
6. El método de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de alerta (370) es un dispositivo de alerta táctil.
7. El método de cualquier reivindicación anterior, que además comprende el paso de enviar un mensaje de activación a un dispositivo remoto.
8. Un dispositivo (300) para detectar si una alarma audible generada por un detector de humo se encuentra activa. La alarma audible posee un periodo de alarma que comprende una pluralidad de periodos activos y una pluralidad de periodos inactivos organizados en un modelo temporal predeterminado. Cada uno de los periodos activos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo emite un sonido de alarma audible. Cada uno de los periodos inactivos consiste en un periodo durante el cual el detector de humo no emite ningún sonido audible. El dispositivo comprende:
 - un micrófono (310); y
 - un procesador (340) conectado al micrófono;

ES 2 291 707 T3

el dispositivo se **caracteriza** porque el procesador está configurado para llevar a cabo los pasos de:

detección de un valor pico en cada uno de los múltiples periodos de muestra. Cada uno de los periodos de muestra se corresponde con uno de los periodos activos o inactivos previstos en un solo periodo de alarma;

selección del valor pico máximo de entre los valores pico;

establecimiento de un umbral de amplitud en función del valor pico máximo;

comparación de cada uno de los valores pico con el umbral de amplitud por lo que respecta a cada uno de los periodos de muestra con el fin de determinar los periodos de muestra que poseen un valor pico que sobrepasa el umbral de amplitud;

determinación de si la alarma audible se encuentra activa, basándose al menos en parte en si el modelo temporal de los periodos de muestra en los que el valor pico sobrepasa el umbral de amplitud se corresponde con el modelo temporal predeterminado.

9. El dispositivo de la reivindicación 8, en el que se configura el procesador para que también lleve a cabo el paso de:

determinar una frecuencia correspondiente al valor pico en cada uno de los periodos de muestra correspondientes a un periodo activo en el modelo temporal predeterminado;

en el que el paso de determinación además se basa en si una frecuencia correspondiente al valor pico en cada uno de los periodos de muestra correspondientes a un periodo activo en el modelo temporal predeterminado se corresponde con una frecuencia de alarma en la que se generan cada uno de los sonidos de alarma audibles.

10. El dispositivo de las reivindicaciones 8 ó 9, en el que el umbral de amplitud no es inferior a una amplitud mínima por encima de un promedio de nivel de ruido ambiental.

11. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 8 y la 10, en el que se ha configurado además el procesador para llevar a cabo los pasos de:

obtener, con anterioridad al paso de detección, una muestra de sonido ambiental;

examinar un parámetro de la muestra de sonido ambiental para determinar si la alarma audible está presente; y

causar un retraso, si no existe la posibilidad de que una alarma audible se encuentre presente, durante un periodo de tiempo y repetir los pasos de obtención y examen;

en el que los pasos de detección, establecimiento, selección, comparación y determinación se realizan cuando existe la posibilidad de que una alarma audible se encuentre presente.

12. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 8 y la 11, que además comprende un dispositivo de alerta (370) conectado al procesador.

13. El dispositivo de la reivindicación 12, en el que el dispositivo de alerta (370) es un dispositivo de alerta táctil.

14. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 8 y la 12, en el que se ha configurado además el procesador para llevar a cabo el paso de enviar un mensaje de activación a un dispositivo remoto.

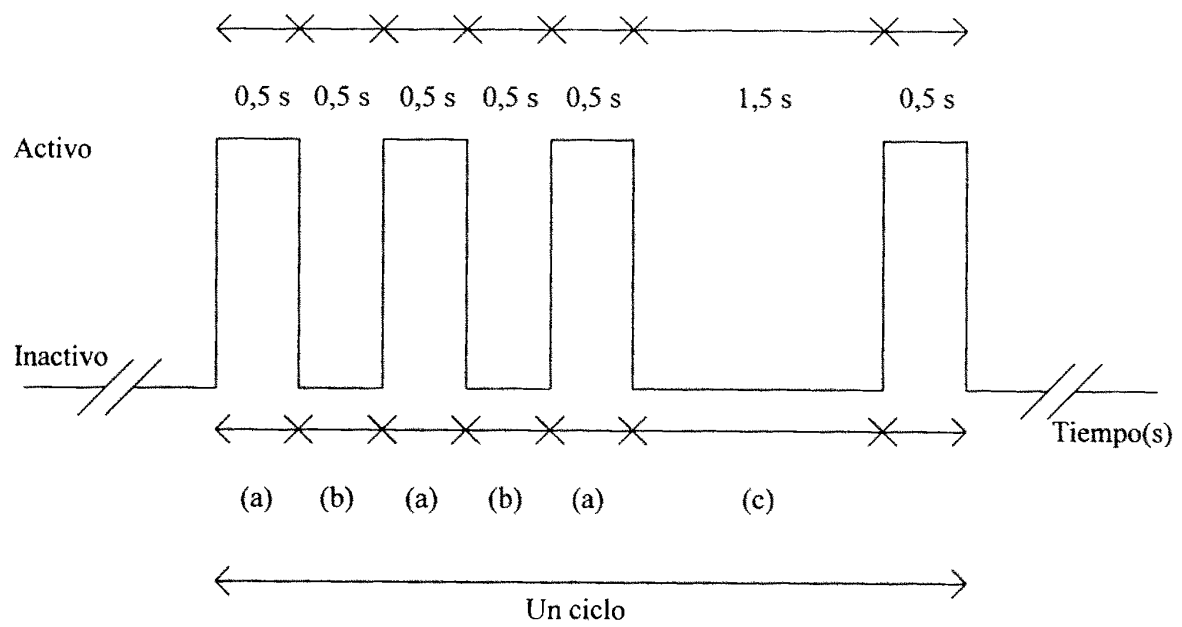


Figura 1

Espectro de amplitud para el Modelo 0914 con espuma en caja de pruebas

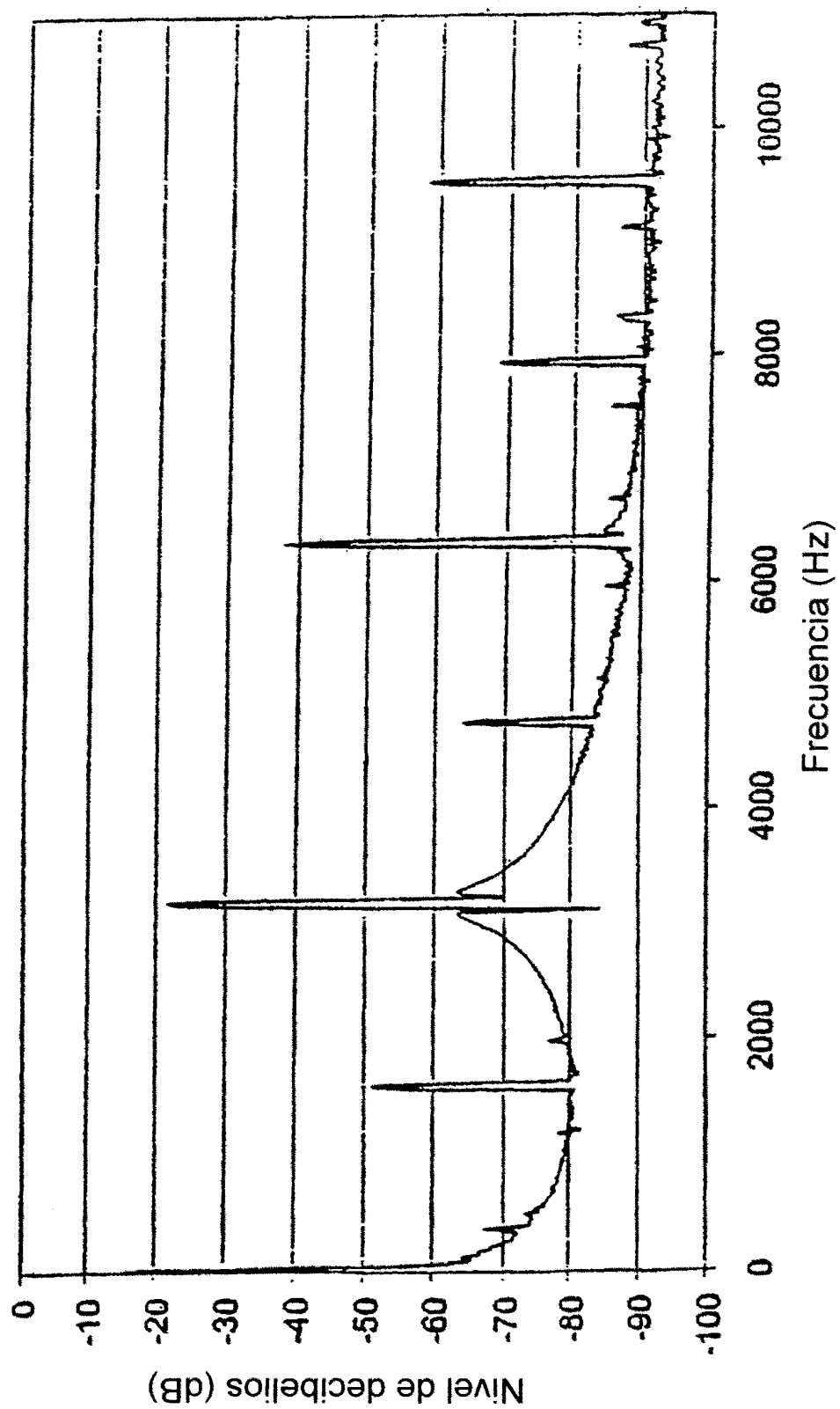


Figura 2(a)

Espectro de amplitud para el Modelo 0914 sin espuma en caja de pruebas

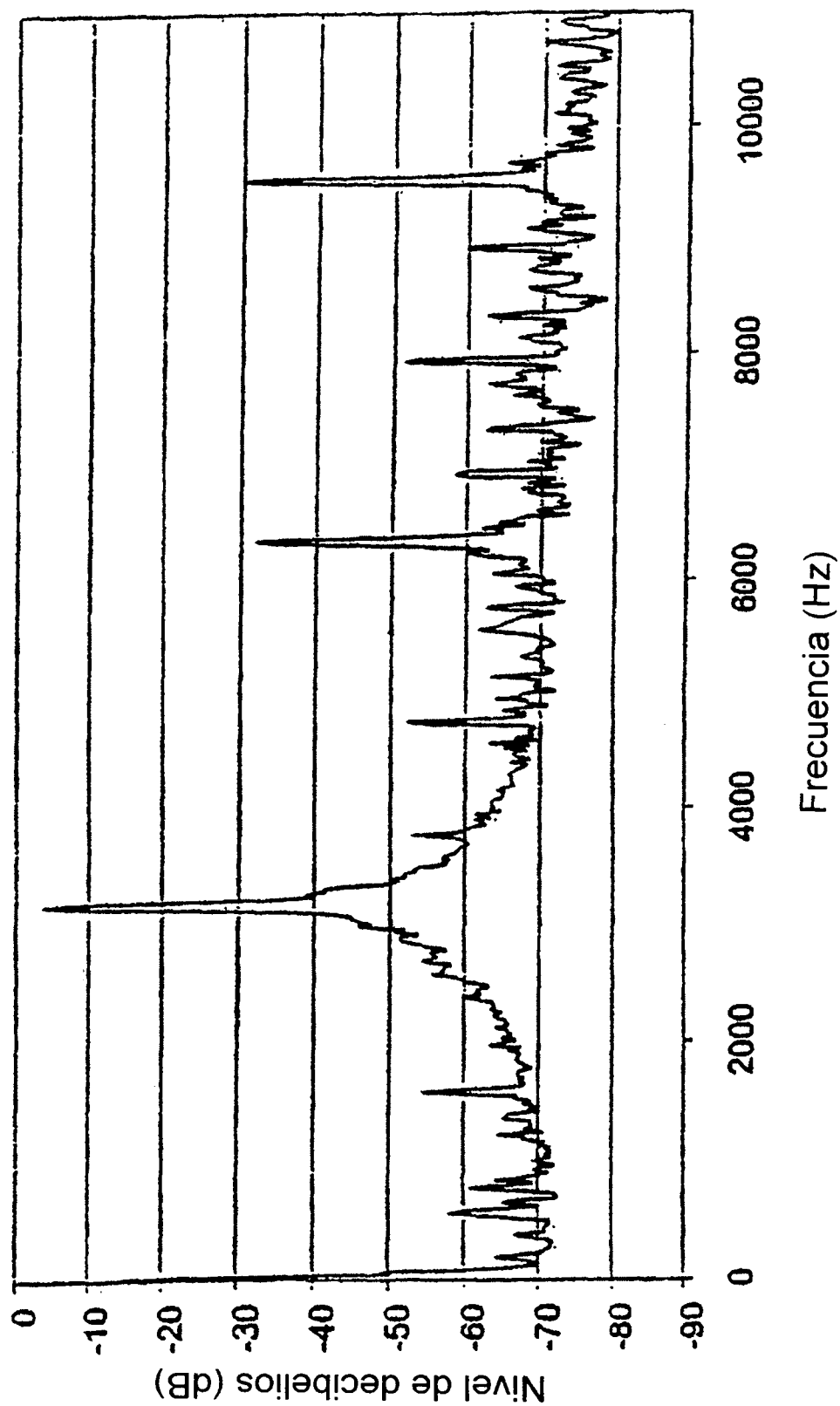


Figura 2(b)

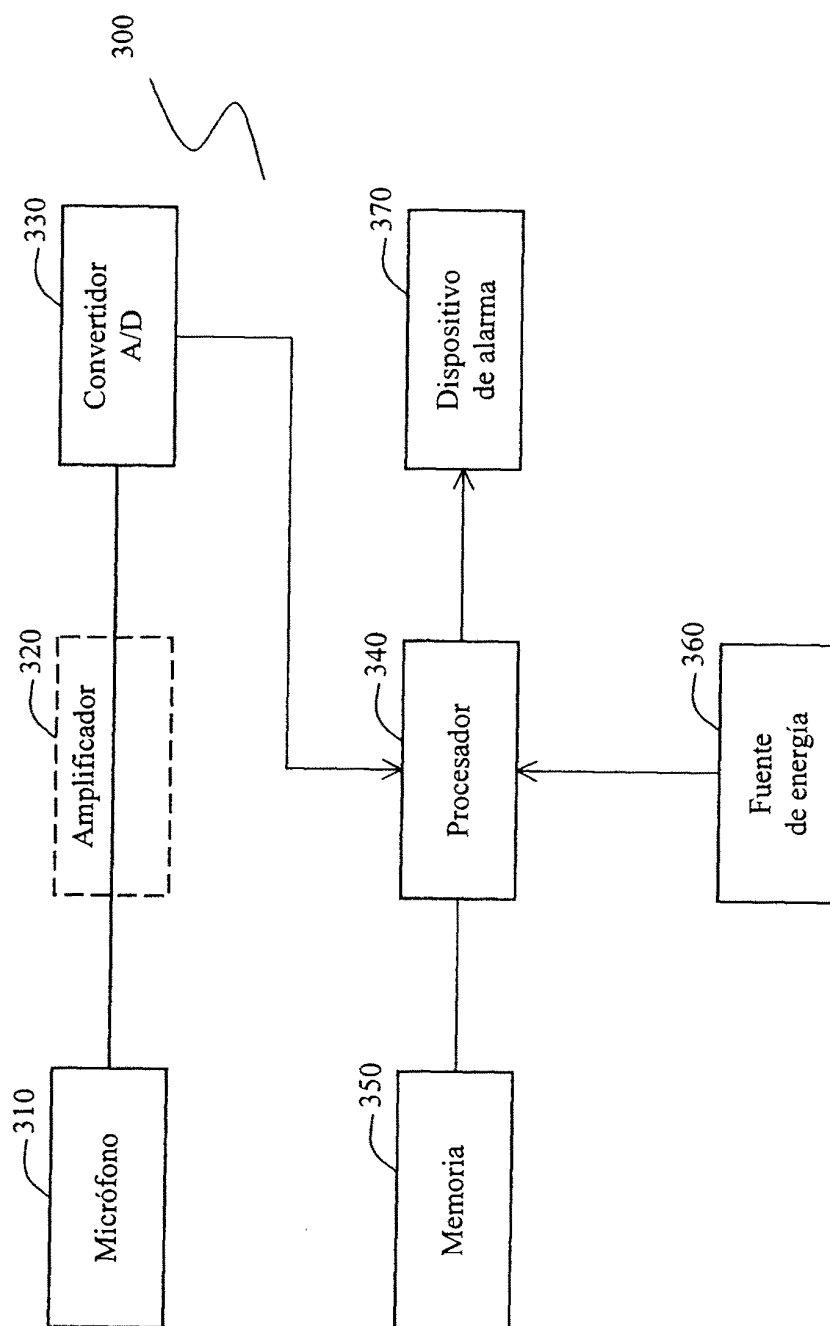


Figura 3

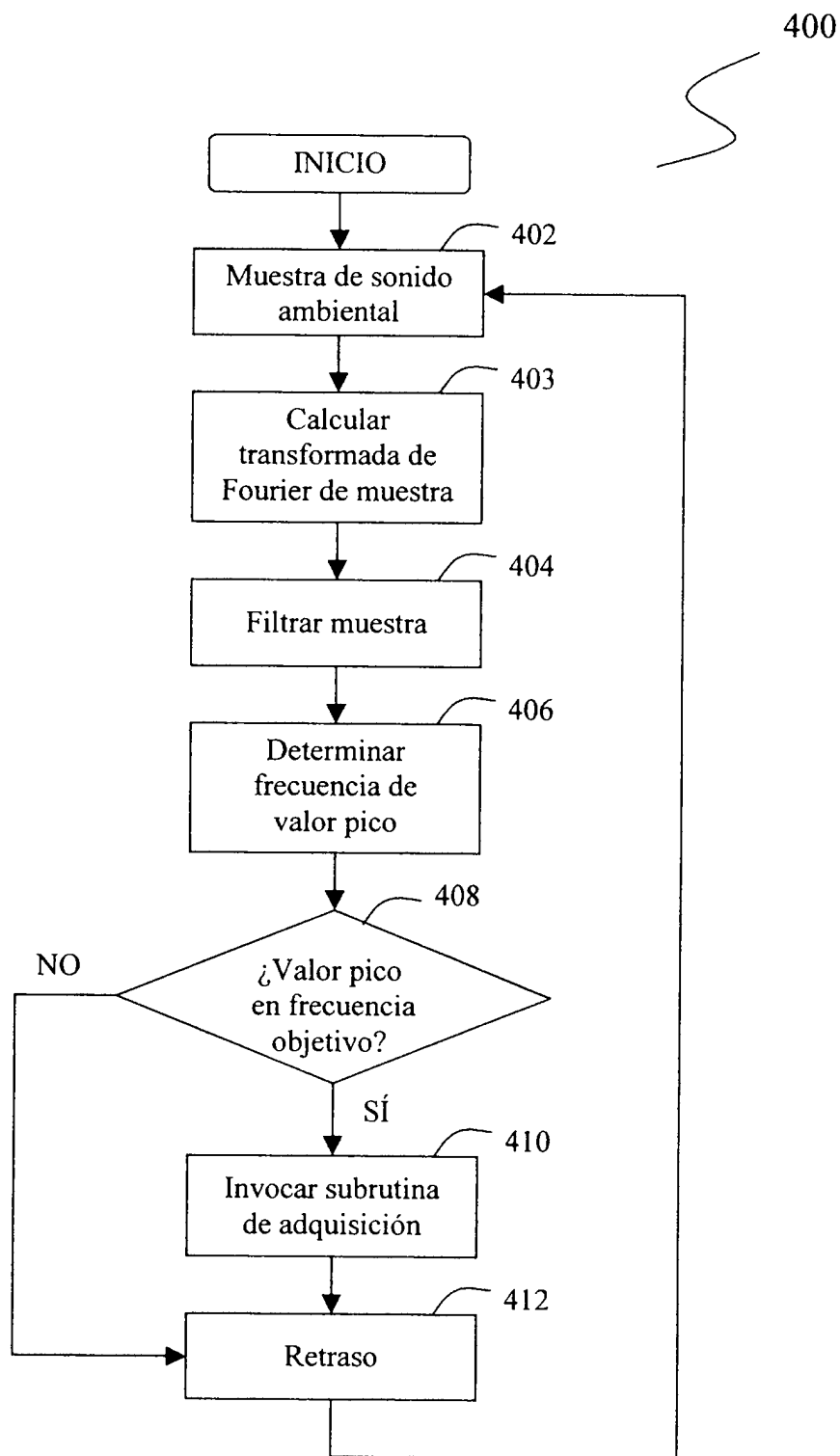


Figura 4

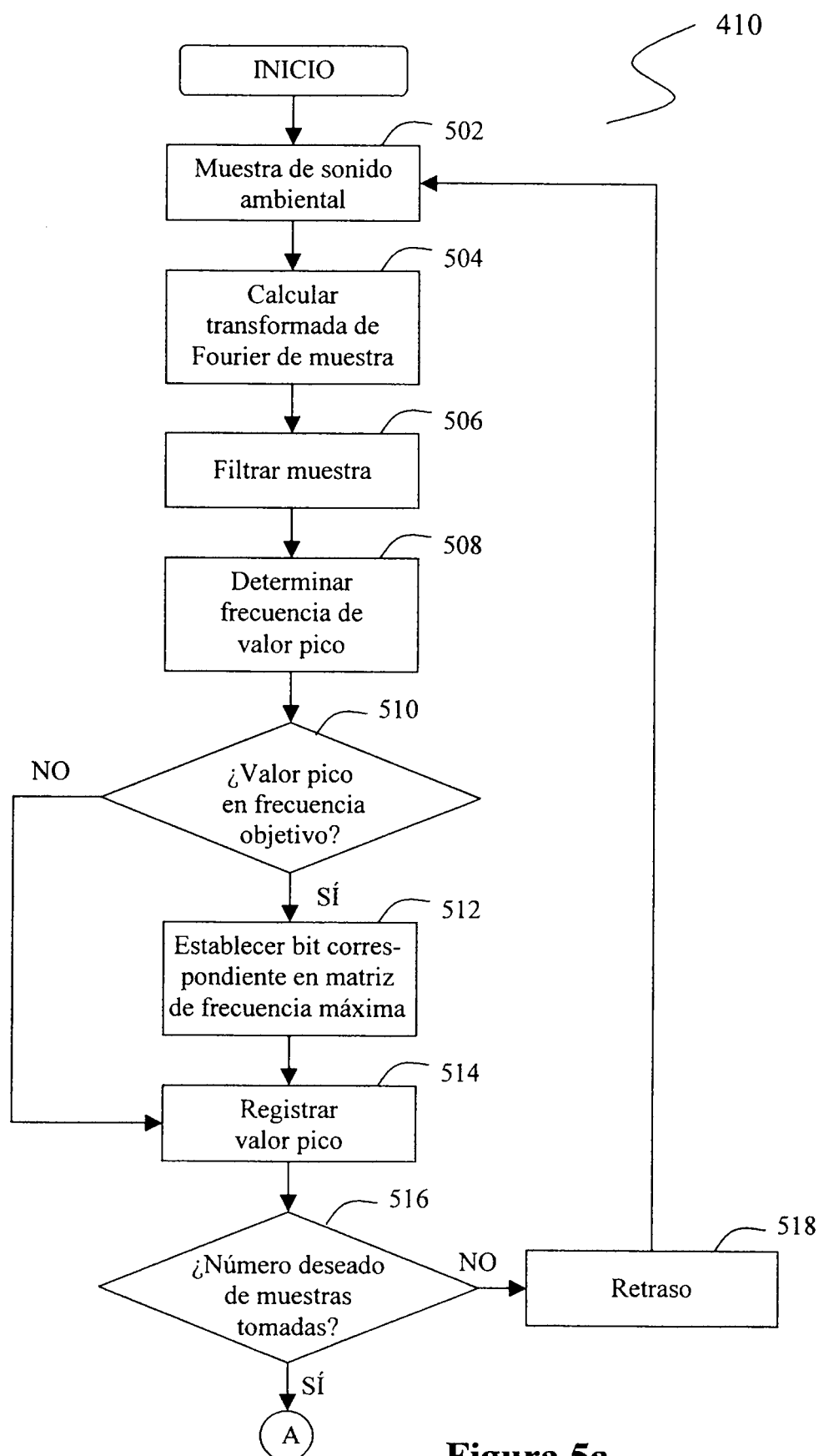


Figura 5a

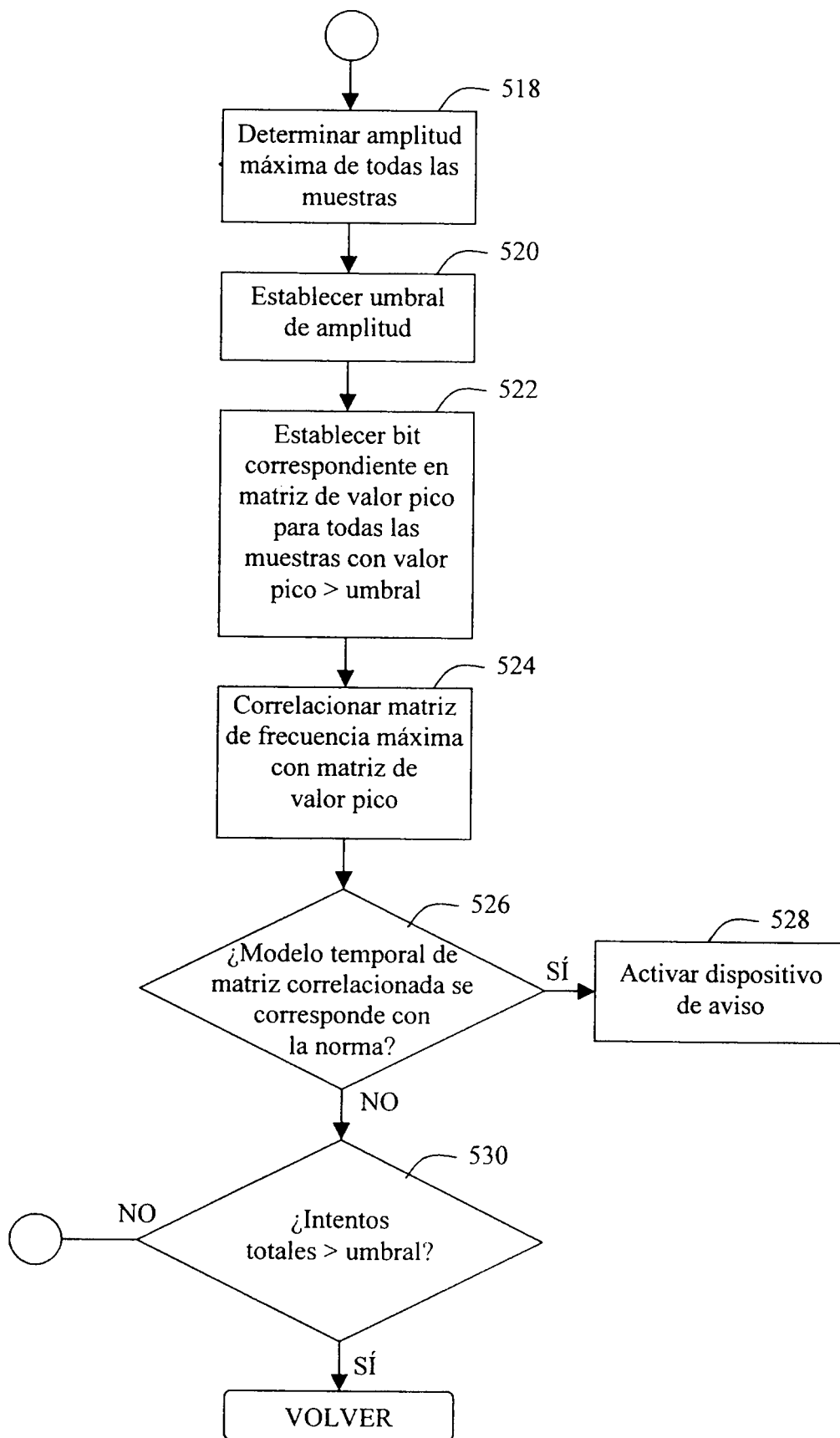


Figura 5B

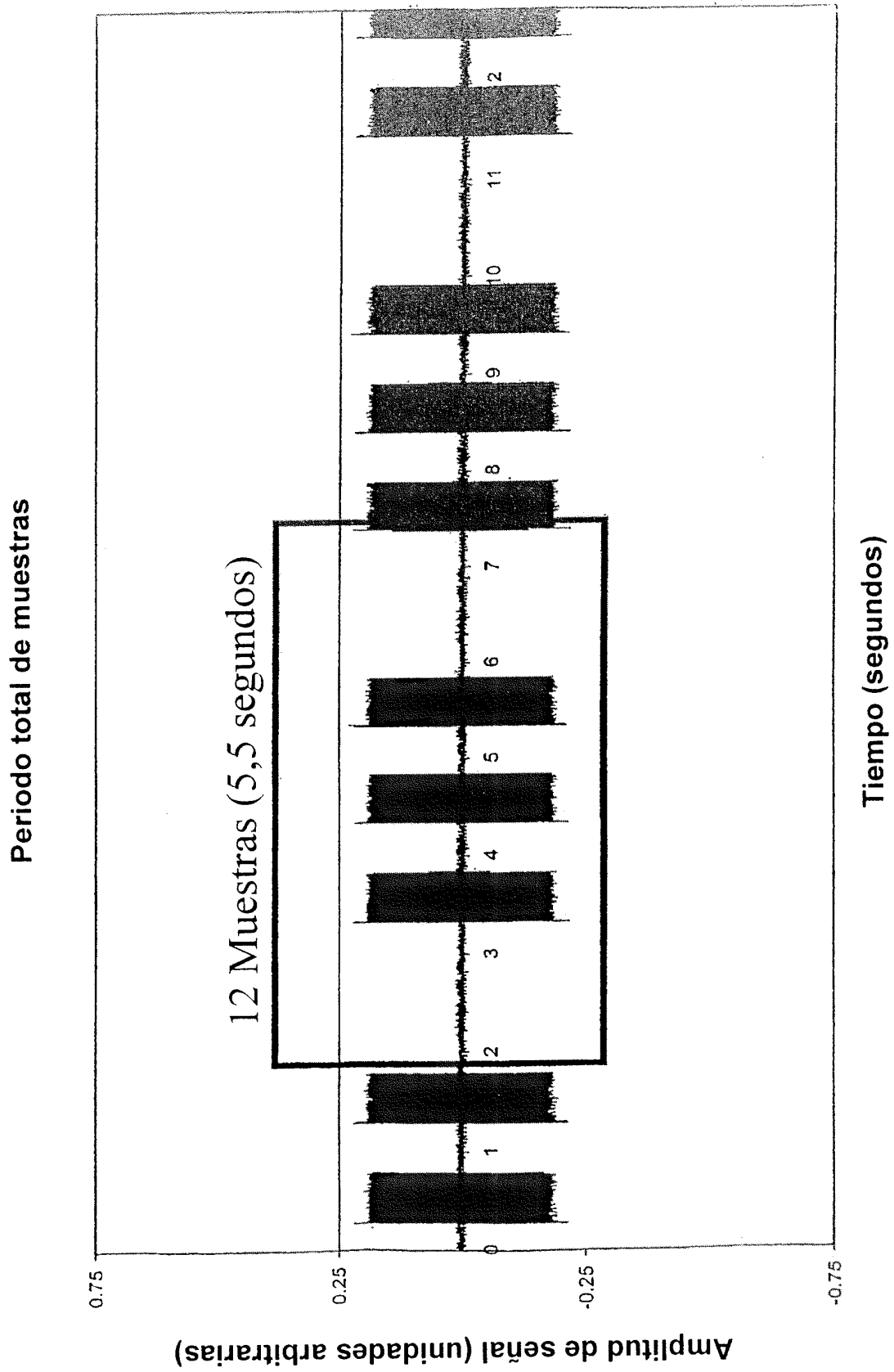
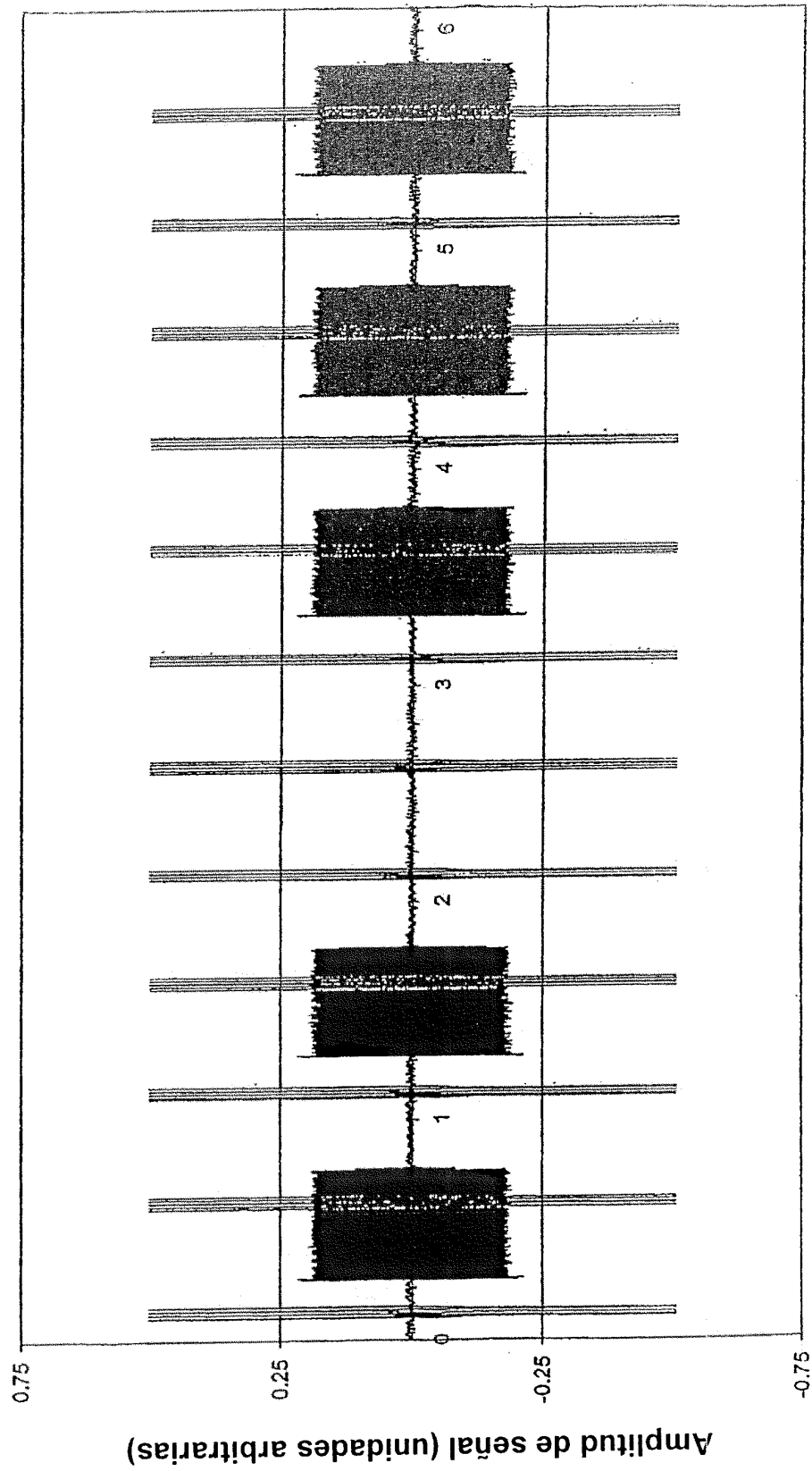


Figura 6

Modelo de exploraciones
Doce exploraciones de 50 ms a intervalos de 0.5 segundos



Tiempo (segundos)

Figura 7

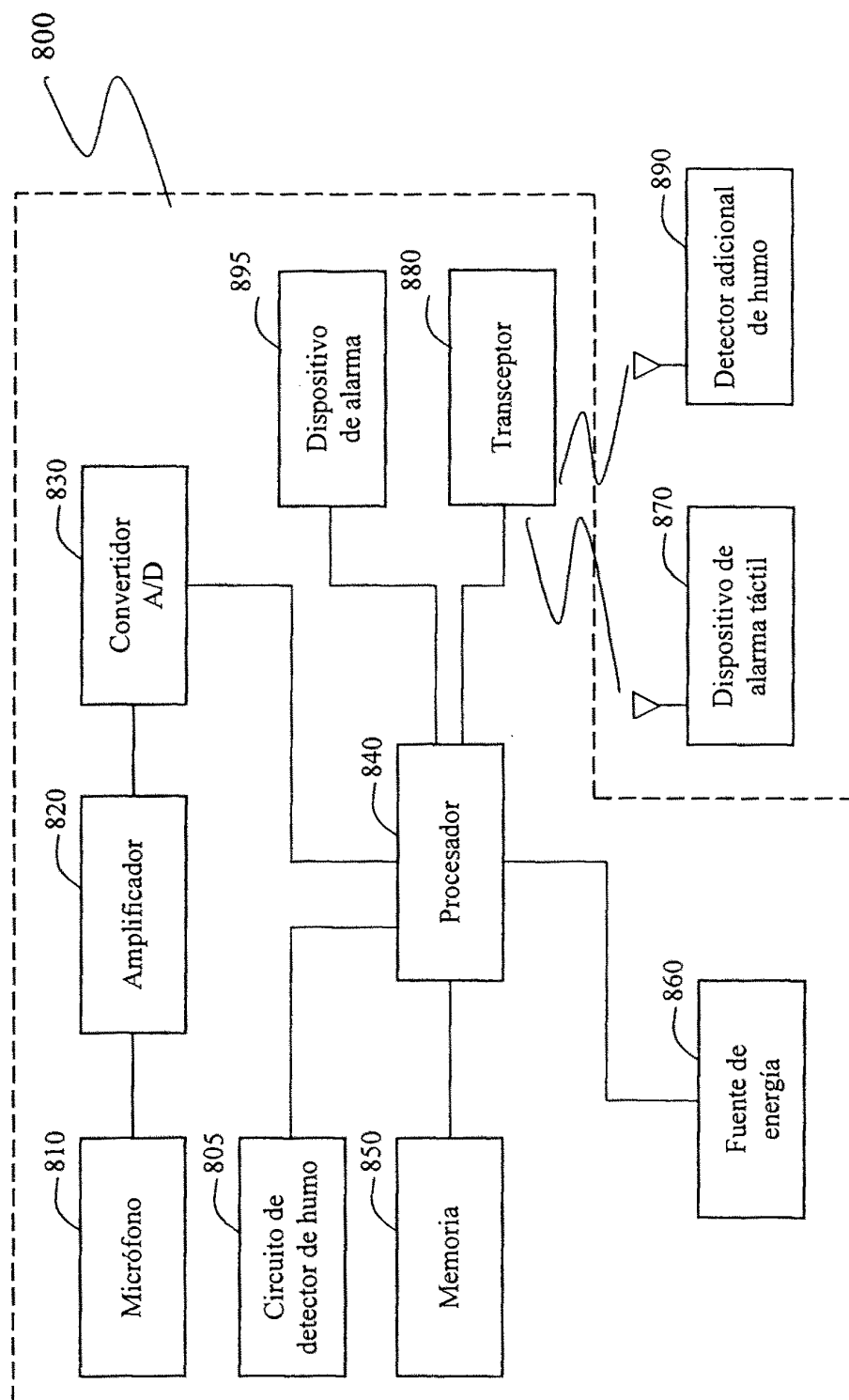


Figura 8