

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 917**

51 Int. Cl.:

B65H 7/12 (2006.01)

G07D 7/08 (2006.01)

G06F 7/08 (2006.01)

G07D 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2005 E 05766839 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2012 EP 1779310**

54 Título: **Aparato detector de hojas múltiples de máquina bancaria automática y método**

30 Prioridad:

01.07.2004 US 585303 P

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

18.02.2013

73 Titular/es:

**DIEBOLD, INCORPORATED (100.0%)
5995 MAYFAIR ROAD
NORTH CANTON, OH 44720, US**

72 Inventor/es:

**MA, SONGTAO y
LASKOWSKI, EDWARD L.**

74 Agente/Representante:

PERAL CERDÁ, David

ES 2 395 917 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

Aparato detector de hojas múltiples de máquina bancaria automática y método.

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un aparato que puede distinguir hojas individuales de hojas múltiples. Específicamente, esta invención se refiere a una máquina bancaria automática u otro sistema que incluye un detector que puede usar ondas acústicas ultrasónicas para distinguir hojas individuales de hojas múltiples dobladas o solapadas.

10 Antecedentes de la técnica

Las máquinas bancarias automáticas se conocen en la técnica anterior. Las máquinas bancarias automáticas se usan comúnmente para llevar a cabo transacciones tales como dispensar efectivo, consultar el saldo en cuentas, pagar recibos y/o recibir depósitos de usuarios. Pueden usarse otros tipos de máquinas bancarias automáticas para comprar tiques, expedir cupones, presentar cheques, imprimir vales y/o llevar a cabo otras funciones o bien para un consumidor o bien para un proveedor de servicios. Para los fines de esta descripción, cualquier dispositivo que se use para llevar a cabo transacciones que impliquen transferencias de valor se denominará máquina bancaria automática.

Las máquinas bancarias automáticas a menudo tienen la capacidad de aceptar depósitos de usuarios. Tales depósitos pueden incluir elementos tales como sobres que contienen cheques, resguardos de abonos, billetes, monedas u otros elementos de valor. Se han desarrollado mecanismos para recibir tales elementos desde el usuario y transportarlos a un compartimento seguro dentro de la máquina bancaria. Periódicamente, un proveedor de servicios puede acceder al interior de la máquina y retirar los elementos depositados. El contenido y/o valor de los elementos depositados se verifican de modo que puede aplicarse apropiadamente un abono a una cuenta del usuario u otra entidad a cuyo nombre se ha realizado el depósito. Tales repositorios a menudo incluyen dispositivos de impresión que pueden imprimir información de identificación en el elemento depositado. Esta información de identificación permite que se realice un seguimiento de la fuente del elemento y se correlacione el abono por el elemento con la cuenta apropiada tras retirarse el elemento de la máquina.

Muchas máquinas bancarias automáticas aceptan depósitos de usuarios en sobres. Dado que el contenido del sobre no se verifica en el momento del depósito, no puede abonarse a la cuenta del usuario por el depósito hasta que se recupera el sobre de la máquina y se verifica el contenido del mismo. A menudo esto debe realizarse por personas que trabajan para una institución financiera. Pueden experimentarse retrasos en los abonos a la cuenta de un usuario debido a retrasos en la retirada de depósitos de máquinas, así como por el tiempo que lleva revisar los elementos depositados e introducir los abonos apropiados. Si los elementos depositados incluyen instrumentos tales como cheques, pueden experimentarse retrasos adicionales. Esto se debe a que tras retirarse los instrumentos de la máquina, deben presentarse para su pago a la institución apropiada. Si el instrumento no se acepta o no es válido, puede no realizarse un abono por el depósito a la cuenta del cliente que hizo el depósito. Alternativamente en situaciones en las que se ha realizado un abono por un instrumento depositado que posteriormente no se acepta, puede cargarse a la cuenta del usuario la cantidad del abono proporcionado anteriormente. Además, al usuario se le hace comúnmente un cargo por "cheque sin fondos" debido al coste asociado con que la institución tenga que manejar un depósito no aceptado. Todas estas complicaciones pueden dar como resultado retrasos y molestias para el usuario.

Otro riesgo asociado con los repositorios convencionales en las máquinas bancarias automáticas es que los elementos depositados pueden ser sustraídos. Debido a que los cheques y otros instrumentos depositados no se anulan en el momento de la recepción por la máquina bancaria automática, pueden robarse de la máquina y cobrarse en efectivo por personas no autorizadas. Los delincuentes pueden intentar romper la máquina para obtener los elementos que se han almacenado en el repositorio. Alternativamente, las personas responsables del transporte de los elementos desde la máquina o las personas responsables de verificar los elementos pueden sustraer instrumentos y billetes depositados. Alternativamente, el manejo requerido para el transporte y la verificación del contenido de los depósitos puede dar como resultado que se pierdan instrumentos depositados. Tales circunstancias pueden dar como resultado que el usuario no reciba el abono apropiado por los elementos depositados.

Para reducir muchos de los inconvenientes asociados con los repositorios convencionales, que reciben depósitos en forma de sobres u otros elementos, se han desarrollado dispositivos automáticos que pueden leer y anular instrumentos depositados. Se muestra un ejemplo de un dispositivo de este tipo en la patente estadounidense n.º 5.540.425. Tales dispositivos pueden leer la codificación en cheques u otros elementos depositados. Por ejemplo, los cheques bancarios incluyen codificación con tinta magnética denominada comúnmente "micr". La codificación micr en un cheque puede usarse para identificar la institución contra la que se libra el cheque. La codificación también identifica el número de cuenta del emisor del cheque y el número de cheque. Esta codificación aparece comúnmente en una o varias zonas en el instrumento. La lectura de esta codificación en la máquina bancaria

automática permite que el operario de la máquina determine la fuente de cheques u otros instrumentos que se hayan presentado.

5 También pueden usarse dispositivos de obtención de imágenes en el procesamiento de instrumentos. Tales dispositivos de obtención de imágenes pueden usarse para producir datos correspondientes a una imagen del elemento que se ha depositado. Puede revisarse esta imagen para determinar la naturaleza del elemento depositado, y junto con la información que puede obtenerse a partir de la codificación en el instrumento, permite el procesamiento del abono al usuario mucho más fácilmente. Los sistemas de procesamiento de instrumentos automáticos también pueden proporcionar la capacidad de impresión de una indicación de que el cheque u otro instrumento se ha depositado y anulado tras haberse recibido. Esto reduce el riesgo de que el instrumento se sustraiga posteriormente y se cobre en efectivo por personas no autorizadas.

15 Aunque los dispositivos de aceptación y procesamiento de depósitos automáticos proporcionan muchas ventajas y beneficios, los dispositivos existentes también pueden tener inconvenientes. Un inconveniente es que un instrumento depositado por un cliente puede corresponder a dos o más hojas solapadas en vez de a una hoja individual. Si la(s) hoja(s) adicional(es) no se detecta(n) por la máquina, existe la posibilidad de que una o más de las hojas adicionales nunca se procesen y/o pueden procesarse únicamente tras un retraso significativo.

20 Pueden emplearse sensores mecánicos para determinar cuándo se han depositado hojas múltiples solapadas. Tales sensores mecánicos pueden medir el grosor del elemento depositado y basándose en la medición determinar si el elemento corresponde a más de una hoja solapada.

25 Sin embargo, la medición mecánica para distinguir una hoja individual de hojas múltiples solapadas puede no ser precisa si el grosor de los elementos que están midiéndose no es uniforme. Por ejemplo, los cheques se imprimen a menudo por diversas entidades diferentes y pueden tener variaciones significativas en el grosor. Como resultado, un cheque individual relativamente grueso puede tener un grosor que corresponde a dos cheques relativamente más finos solapados. Los sensores mecánicos que miden el grosor del elemento depositado pueden identificar incorrectamente que el cheque individual relativamente grueso son dos cheques solapados (en el presente documento denominado duplicado).

30 Por consiguiente, existe la necesidad de un sensor en una máquina bancaria automática que sea operativo para distinguir con precisión entre hojas individuales y hojas múltiples solapadas que se depositan en la máquina. Además, existe la necesidad de distinguir entre hojas individuales y hojas múltiples depositadas en una máquina bancaria automática en la que las hojas tienen una amplia variación en los grosores, tal como con cheques.

35 El documento D1: US20030006550 A1 da a conocer un aparato que comprende: un transmisor acústico operativo para transmitir una onda acústica a través de medios de hoja; un receptor acústico operativo para producir al menos una señal de receptor en respuesta a la onda acústica tras haber pasado la onda acústica a través de medios de hoja; un circuito de filtro operativo para filtrar la al menos una señal de receptor eliminando el ruido de alta frecuencia; y al menos un procesador operativo en respuesta a al menos una salida del circuito de filtro para determinar datos representativos de al menos un cambio de fase de la onda acústica provocado por el paso a través de los medios de hoja, en el que el al menos un procesador es operativo en respuesta a los datos determinados para determinar si los medios de hoja a través de los cuales ha pasado la onda acústica comprenden al menos una de una hoja individual y hojas múltiples.

45 DESCRIPCIÓN DE INVENCIÓN

Es un objeto de una forma de la presente invención proporcionar un aparato y método de distinción de hojas individuales de hojas múltiples solapadas.

50 Es un objeto adicional de una forma de la presente invención proporcionar una máquina bancaria automática que es operativa para determinar si un elemento depositado corresponde a una hoja individual u hojas múltiples solapadas.

Es un objeto adicional de una forma de la presente invención proporcionar una máquina bancaria automática que es operativa para determinar si un elemento depositado corresponde a un cheque individual o múltiples cheques solapados.

Objetos adicionales de formas de la presente invención resultarán evidentes en los siguientes mejores modos para llevar a cabo la invención y las reivindicaciones adjuntas.

60 Pueden lograrse los objetos anteriores en una realización a modo de ejemplo mediante una máquina bancaria automática que incluye dispositivos de salida tales como una pantalla de visualización y una impresora de recibos. La máquina puede incluir además dispositivos de entrada tales como una pantalla táctil, un teclado, un teclado numérico, teclas de función y un lector de tarjetas. La máquina bancaria automática puede incluir además dispositivos de funciones de transacción tales como un mecanismo dispensador de efectivo para hojas de billetes,

un mecanismo de repositorio y otros dispositivos de funciones de transacción que se usan por la máquina para llevar a cabo transacciones bancarias que incluyen transferencias de valor. El ordenador puede estar en conexión operativa con los dispositivos de salida y los dispositivos de entrada, así como con el mecanismo dispensador de efectivo, el mecanismo de repositorio y otros dispositivos de funciones de transacción físicos en la máquina bancaria. El ordenador puede ser operativo además para comunicarse con un sistema central ubicado de manera alejada de la máquina.

En una realización de la máquina, el ordenador puede incluir programas de software que pueden ejecutarse en el mismo. Los programas de software de la máquina bancaria automática pueden ser operativos para hacer que el ordenador emita pantallas de interfaz de usuario a través de un dispositivo de visualización de la máquina. Las pantallas de interfaz de usuario pueden incluir pantallas para clientes que proporcionan a un cliente información para realizar operaciones de cliente tales como funciones bancarias con la máquina. Las pantallas de interfaz de usuario pueden incluir además pantallas de mantenimiento que proporcionan a un usuario autorizado que realiza el mantenimiento de la máquina información para realizar operaciones de servicio y mantenimiento con la máquina. Además la máquina puede incluir además programas de software operativos en el ordenador para controlar y comunicarse con dispositivos de hardware de la máquina que incluyen los dispositivos de funciones de transacción.

En una realización, la máquina bancaria automática puede incluir un mecanismo de repositorio en el presente documento denominado aparato de aceptación de hojas o depósitos que se define en el presente documento como cualquier dispositivo que acepta una o más hojas tales como cheques, billetes, documentos, u otros elementos proporcionados a la máquina por un cliente. La patente estadounidense n.º 6.554.185 B1 muestra un ejemplo de un aparato de aceptación de depósitos que pueden usarse en realizaciones de la máquina. Un aparato de aceptación de depósitos de este tipo puede incluir una entrada que es operativa para aceptar cheques u otros elementos que se depositan por un cliente. Realizaciones del aparato de aceptación de depósitos puede ser operativas para adquirir datos de perfil magnético y de imagen de cheques u otros elementos de valor depositados. Realizaciones del aparato de aceptación de depósitos también pueden ser operativas para manipular los datos de perfil y de imagen y para analizar y resolver caracteres en zonas seleccionadas de los mismos. Los datos procedentes del elemento depositado pueden usarse para determinar si el usuario está autorizado para realizar determinadas transacciones solicitadas en la máquina.

La máquina bancaria automática y/o el aparato de aceptación de depósitos pueden incluir un aparato detector que puede usarse por la máquina y/o el aparato de aceptación de depósitos para determinar si los medios depositados corresponden a una hoja individual u hojas múltiples solapadas. El aparato detector puede ser operativo para transmitir una señal acústica a través de los medios depositados. Por ejemplo, el aparato de aceptación de depósitos puede incluir un transportador que mueve los medios a lo largo de una trayectoria. El aparato detector puede incluir un transmisor acústico ultrasónico situado en un lado de la trayectoria y un receptor acústico ultrasónico situado en el lado opuesto de la trayectoria. Los medios de hoja depositados tales como un cheque pueden moverse por el transportador en el hueco entre el transmisor ultrasónico y el receptor ultrasónico. El receptor ultrasónico puede producir una señal de receptor en respuesta a la señal acústica ultrasónica recibida desde el transmisor. La señal de receptor puede filtrarse y analizarse por el detector para determinar una cantidad de retardo de fase producida en la señal acústica ultrasónica como resultado de medios de hoja que pasan a través del hueco.

El aparato detector puede incluir filtros de correlación ortogonales. A un primer filtro de los filtros de correlación puede alimentarse la señal de receptor generada por el receptor ultrasónico y una primera señal de referencia. Al segundo filtro de los filtros de correlación puede alimentarse la señal de receptor y una segunda señal de referencia. Las señales de referencia primera y segunda para los filtros pueden tener una frecuencia que corresponde a la frecuencia de la señal acústica ultrasónica transmitida originariamente. Además, las segundas señales de referencia pueden tener una fase que retrasa la fase de la primera señal de referencia en $\pi/2$ radianes (noventa grados). Tal como se define en el presente documento los filtros de correlación corresponden a circuitos que son operativos para proporcionar señales de salida que incluyen información referente a una diferencia de fase entre una señal de receptor y una señal de referencia. También tal como se define en el presente documento, dos filtros de correlación que reciben señales de referencia respectivas que difieren en fase en $\pi/2$ radianes se denominan filtros de correlación ortogonales. En una realización, los filtros de correlación ortogonales son operativos para emitir señales respectivas que incluyen información referente a un diferencial de fase entre la señal de receptor y las señales de referencia respectivas que oscilan entre 0 y π rad (0 y 180 grados).

Pueden muestrearse las salidas de los dos filtros de correlación a una frecuencia que sea lo suficientemente alta como para distinguir el cambio de fase gradual con el tiempo de la señal acústica ultrasónica desde un momento antes de que pase el elemento a través del hueco entre el transmisor y el receptor hasta un momento en el que partes del elemento están pasando a través del hueco entre el transmisor y el receptor. Monitorizando el cambio gradual de los diferenciales de ángulo de fase reflejado en las dos salidas de los filtros de correlación, el aparato detector puede ser operativo para reconstruir datos representativos de un retardo de fase mayor que π radianes (180 grados) que puede producirse mediante hojas múltiples solapadas. El aparato detector puede ser operativo en

respuesta a los ángulos de fase reconstruidos para distinguir de manera fiable hojas individuales de duplicados, triplicados y/u otros múltiplos de hojas.

5 Cuando el aparato detector determina que los medios en el detector corresponden a hojas múltiples solapadas, el aparato de aceptación de depósitos puede ser operativo para hacer que el transportador del aparato devuelva los cheques al usuario a través de un orificio en la ATM y/o active partes del transportador que pueden ser operativas para intentar separar los cheques solapados. Cuando el detector determina que los medios corresponden a un cheque individual, la máquina bancaria automática puede ser operativa a través del funcionamiento del aparato de aceptación de depósitos para hacer que se realice una transacción de depósito de cheque.

10 En una realización a modo de ejemplo de la máquina bancaria automática, la transacción de depósito de cheque puede incluir iniciar el abono a una cuenta asociada con el usuario de la máquina de una cantidad de valor asociado con el cheque. La transacción de depósito de cheque puede incluir además mover el cheque con el transportador hacia un contenedor para almacenar cheques depositados.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La figura 1 es una vista en perspectiva representativa de una realización a modo de ejemplo de una máquina bancaria automática.

La figura 2 es una vista esquemática de una realización a modo de ejemplo adicional de una máquina bancaria automática.

25 La figura 3 es una vista en sección transversal de una realización a modo de ejemplo de un aparato de aceptación de depósitos con un aparato detector operativo para distinguir hojas individuales de hojas múltiples solapadas.

La figura 4 es una vista esquemática de una realización a modo de ejemplo de un detector ultrasónico que es operativo para distinguir hojas individuales de hojas múltiples solapadas.

30 La figura 5 es un gráfico que muestra ejemplos de las formas de onda para las señales de referencia primera y segunda y una señal generada por un receptor ultrasónico.

35 La figura 6 es un gráfico que muestra ejemplos de ángulos de fase originales producidos por un detector para hojas individuales, dobles y triples que pasan a través del detector.

La figura 7 es un gráfico que muestra ejemplos de ángulos de fase reconstruidos producidos por un detector para hojas individuales, dobles y triples que pasan a través del detector.

40 La figura 8 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas de dos filtros de correlación para una hoja individual que pasa a través del detector.

La figura 9 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas ajustadas de dos filtros de correlación para una hoja individual que pasa a través del detector.

45 La figura 10 es un gráfico que muestra ejemplos de fases originales calculadas asociadas con cada filtro de correlación y una amplitud virtual calculada para una hoja individual que pasa a través del detector.

50 La figura 11 es un gráfico que muestra ejemplos de fases reconstruidas asociadas con cada filtro de correlación y la amplitud virtual calculada para una hoja individual que pasa a través del detector.

La figura 12 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas de dos filtros de correlación para una hoja doble escalonada que pasa a través del detector.

55 La figura 13 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas ajustadas de dos filtros de correlación para una hoja doble escalonada que pasa a través del detector.

La figura 14 es un gráfico que muestra ejemplos de fases originales calculadas asociadas con cada filtro de correlación y una amplitud virtual calculada para una hoja doble escalonada que pasa a través del detector.

60 La figura 15 es un gráfico que muestra ejemplos de fases reconstruidas asociadas con cada filtro de correlación y la amplitud virtual calculada para una hoja doble escalonada que pasa a través del detector.

La figura 16 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas de dos filtros de correlación para tres hojas solapadas que pasan a través del detector.

La figura 17 es un gráfico que muestra ejemplos de salidas ajustadas de dos filtros de correlación para tres hojas solapadas que pasan a través del detector.

5 La figura 18 es un gráfico que muestra ejemplos de fases originales calculadas asociadas con cada filtro de correlación y una amplitud virtual calculada para tres hojas solapadas que pasan a través del detector.

La figura 19 es un gráfico que muestra ejemplos de fases reconstruidas asociadas con cada filtro de correlación y la amplitud virtual calculada para tres hojas solapadas que pasan a través del detector.

10 La figura 20 es una tabla que muestra ejemplos de valores de datos medidos y calculados asociados con una muestra individual detectada por el detector durante un estado sin hojas del detector.

La figura 21 es un ejemplo de un gráfico de cuatro cuadrantes que muestra las posiciones de los ángulos de fase reconstruidos para la muestra individual.

15 La figura 22 es una tabla que muestra información que puede utilizar el detector para determinar ángulos de fase reconstruidos a partir de ángulos de fase originales calculados.

20 La figura 23 es una tabla que muestra ejemplos de valores de datos medidos y calculados asociados con un conjunto de muestras detectadas por el detector durante un periodo de tiempo antes de que una hoja solapada triple alcance el detector hasta un momento en el que la hoja solapada triple está pasando a través del detector.

La figura 24 muestra una vista esquemática de filtros de correlación ortogonales.

25 La figura 25 muestra un ejemplo de un circuito que comprende los filtros de correlación ortogonales.

MEJORES MODOS PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

30 Haciendo referencia ahora a los dibujos y particularmente a la figura 1, se muestra en la misma una vista en perspectiva de una realización a modo de ejemplo de una máquina 10 bancaria automática. En este caso, la máquina 10 bancaria automática puede incluir al menos un dispositivo 34 de salida tal como un dispositivo 12 de visualización. El dispositivo 12 de visualización puede ser operativo para proporcionar a un consumidor una interfaz 18 de usuario que puede incluir una pluralidad de pantallas u otras salidas que incluyen opciones seleccionables para operar la máquina. Una realización de la máquina bancaria automática puede incluir además otros tipos de dispositivos de salida tales como una impresora 20 de recibos, una impresora 21 de mensajes, altavoces, o cualquier otro tipo de dispositivo que puede emitir información visual, audible u otra información sensorial perceptible.

40 La realización a modo de ejemplo de la máquina 10 bancaria automática puede incluir una pluralidad de dispositivos 32 de entrada tales como un teclado de cifrado de PIN con un teclado 16 y teclas 14 de función así como un lector 22 de tarjetas. La realización a modo de ejemplo de la máquina 10 además puede incluir o usar otros tipos de dispositivos de entrada, tales como una pantalla táctil, micrófono, o cualquier otro dispositivo que sea operativo para proporcionar a la máquina entradas representativas de instrucciones o información para el usuario. La máquina también puede incluir uno o más dispositivos de entrada biométricos tales como un escáner de huellas dactilares, un escáner de iris, un dispositivo de reconocimiento facial, un escáner manual, o cualquier otro dispositivo de lectura biométrico que puede usarse para leer una entrada biométrica que puede usarse para identificar a un usuario.

50 La realización a modo de ejemplo de la máquina 10 bancaria automática puede incluir además una pluralidad de dispositivos de funciones de transacción que pueden incluir por ejemplo un dispensador 24 de efectivo, un mecanismo 26 de repositorio (en el presente documento también denominado aparato de aceptación de hojas o depósitos), un mecanismo de recirculación de efectivo (que también corresponde a un aparato de aceptación de depósitos), o cualquier otro tipo de dispositivo que sea operativo para realizar funciones de transacción que implican transferencias de valor.

55 La figura 2 muestra una vista esquemática de componentes que pueden incluirse en la máquina 10 bancaria automática. La máquina 10 puede incluir al menos un ordenador 30. El ordenador 30 puede estar en conexión operativa con el/los dispositivo(s) 32 de entrada, el/los dispositivo(s) 34 de salida, y el/los dispositivo(s) 36 de funciones de transacción. La realización a modo de ejemplo puede incluir además al menos un componente 40 de software de control de terminal operativo en el ordenador 30. Los componentes de software de control de terminal pueden ser operativos para controlar el funcionamiento de la máquina tanto por un consumidor como por un usuario autorizado tal como un técnico de mantenimiento. Por ejemplo, tales componentes de software de control de terminal pueden incluir aplicaciones que permiten a un usuario dispensar efectivo, depositar un cheque o realizar otras funciones de transacción con la máquina. Además los componentes de software de control de terminal pueden

60

incluir aplicaciones que permiten que un técnico de mantenimiento realice funciones de configuración, mantenimiento y diagnóstico con la máquina.

Realizaciones de la máquina 10 bancaria automática pueden ser operativas para comunicarse con un servidor de procesamiento de transacción al que se hace referencia en el presente documento como sistema 42 bancario central de ATM. Un sistema 42 bancario central de ATM de este tipo puede ser operativo para autorizar a la máquina 10 bancaria automática que realice funciones de transacción para usuarios tales como retirar efectivo de una cuenta a través del funcionamiento del dispensador 24 de efectivo, depositar cheques u otros elementos con el aparato 26 de aceptación de depósitos, realizar una consulta de saldo para una cuenta financiera y transferir valor entre cuentas.

La figura 3 muestra un ejemplo de un aparato 100 de aceptación de depósitos para una realización de la máquina 10 bancaria automática. En este caso, el aparato 100 de aceptación de depósitos es operativo para aceptar hojas individuales tales como cheques 102, u otros documentos tales como billetes, vales, cupones, tickets u otros elementos de valor. El aparato de aceptación de depósitos puede incluir un transportador 103 que mueve un cheque insertado por un cliente a lo largo de una trayectoria 104 dentro del aparato de aceptación de depósitos.

En esta realización descrita, el aparato de aceptación de depósitos puede incluir un detector 106 adyacente a la trayectoria que es operativo para distinguir entre hojas individuales y hojas múltiples solapadas que se mueven a través de la trayectoria. La figura 4 muestra una vista esquemática del detector 106. En este caso, el detector incluye un transmisor 120 acústico ultrasónico y un sensor o receptor 122 acústico ultrasónico. El transmisor y el receptor pueden estar separados y situados en lados opuestos de la trayectoria 104 para formar un hueco 130 a través del cual pasa la hoja. El transmisor puede orientarse para emitir una señal acústica ultrasónica en una dirección que atraviesa el hueco. El receptor puede alinearse con el transmisor en el lado opuesto del hueco de modo que reciba la señal acústica ultrasónica tras pasar a través de la trayectoria y cualquier hoja presente en el hueco. El receptor puede orientarse para emitir la señal acústica ultrasónica en una dirección que es sustancialmente perpendicular con respecto a un plano que incluye una cara superior o inferior de la hoja.

La impedancia acústica del hueco cambia cuando se insertan hojas de papel, tales como cheques, en el hueco. Este cambio produce un retardo de fase adicional en la señal acústica ultrasónica por capa de hoja insertada, más una atenuación de amplitud inversamente proporcional al número de capas y el grosor total de las hojas. El número de hojas solapadas en el hueco de sensor puede determinarse a partir de la cantidad de retardo de fase en la señal acústica ultrasónica tras pasar a través de la(s) hoja(s). Realizaciones alternativas del detector pueden ser la base además de determinaciones en cuanto al número de hojas solapadas tanto en el retardo de fase como en la atenuación de la señal acústica ultrasónica.

En una realización a modo de ejemplo del detector, una señal 140 de excitación aplicada al transmisor 120 puede tener una forma de onda cuadrada con un ciclo de trabajo del 50%. Además, en esta realización descrita la señal de excitación puede ser de 20 V pico a pico con una frecuencia de aproximadamente 40 kHz para producir una señal acústica ultrasónica de 40 kHz. Sin embargo, en otras realizaciones alternativas, pueden usarse señales de excitación con otras formas de onda, amplitudes y frecuencias dependiendo del tipo de transmisor, intervalo esperado de propiedades de los medios de hoja, la característica acústica del detector y las características acústicas deseadas de la señal acústica ultrasónica. Tal como se usa en el presente documento, una señal acústica ultrasónica se define como una onda acústica con una frecuencia mayor que 20 kHz. Sin embargo, ha de entenderse que realizaciones alternativas pueden incluir detectores que operan usando ondas acústicas con frecuencias a o menores que 20 kHz dependiendo de las características acústicas del detector y medios de hoja que estén detectándose.

En realizaciones del detector, la señal 142 de receptor producida por el receptor en respuesta a la señal acústica ultrasónica recibida desde el transmisor, puede acondicionarse usando un preamplificador con un filtro 150 paso banda. La señal de receptor acondicionada puede alimentarse a filtros 152, 154 de correlación primero y segundo junto con señales de referencia con frecuencias y fases conocidas.

En realizaciones del detector, se alimentan señales REF_1, REF_2 de referencia de de frecuencia de modulación (corte) a los filtros 152, 154 de correlación primero y segundo, respectivamente. Las señales REF_1 y REF_2 de referencia pueden ser de la misma frecuencia (40 kHz) que la forma de onda de señal de excitación del transmisor. En esta realización descrita, la segunda señal REF_2 de referencia tiene una fase que se retrasa detrás de la primera señal REF_1 de referencia en un cuarto de ciclo de la frecuencia de excitación, que corresponde a $\pi/2$ radianes o 90 grados. La figura 5 muestra un gráfico con representaciones gráficas correspondientes a ejemplos de una señal 142 de receptor producida por el receptor ultrasónico, la primera señal REF_1 de referencia, y la segunda señal REF_2 de referencia.

Volviendo a la figura 4, en una realización del detector, la forma de onda de excitación puede producirse por un circuito 160 de excitación programable o configurable que permite que se ajuste la amplitud de la señal de excitación con el fin de compensar variaciones de ganancia de bucle debidas a la sensibilidad del par sensor y el posible

envejecimiento. Además, el circuito de excitación puede permitir ajustar la fase (inicial) de la señal de excitación con respecto a las señales de referencia para compensar las variaciones en el par sensor, el montaje mecánico y la anchura de hueco del detector.

5 En una realización, el detector puede ser operativo para determinar un nivel inicial u origen de detección para la señal acústica ultrasónica cuando no están presentes medios de hoja en o cerca del hueco 130 del detector. Cuando están presentes medios de hoja en el hueco, el detector puede ser operativo para determinar la cantidad de retardo de fase en la señal acústica ultrasónica provocado por los medios de hoja. La cantidad de retardo de fase provocado por los medios de hoja puede determinarse por un procesador 170 del detector en respuesta a las dos salidas
10 OUT_1 y OUT_2 producidas por los filtros 152, 154 de correlación primero y segundo, respectivamente. La cantidad de retardo de fase puede usarse por el detector para determinar si los medios de hoja que pasan a través del hueco corresponden a una hoja individual u hojas múltiples. En términos generales, cuantas más capas de hojas de los medios haya en el hueco sensor, más retardo de fase produce.

15 Un retardo de fase que está provocado por una hoja individual puede oscilar entre 0 y π rad. Altos números de hojas múltiples pueden provocar un retardo de fase mayor que π rad. En una realización del aparato detector, las salidas de los filtros de correlación corresponden a las diferencias de fase hasta π radianes entre la señal de receptor y las señales de referencia respectivas. Dado que las salidas de cada filtro de correlación pueden corresponder a ángulos de fase que oscilan entre únicamente 0 y π rad, altos números de hojas múltiples pueden producir diferenciales de
20 ángulos de fase tal como se miden por cada filtro de correlación que corresponden a los diferenciales de ángulo de fase de una única o un bajo número de hojas múltiples.

Por ejemplo, una hoja individual (sólo un cheque u otra hoja) puede producir un retardo de fase promedio en la señal acústica ultrasónica de aproximadamente $0,5 \pi$ rad. Un duplicado (dos cheques u otras hojas solapados) puede
25 estar cerca de producir un retardo de fase en la señal acústica ultrasónica de π rad. Un triplicado (tres cheques u otras hojas solapados) puede producir un retardo de fase en la señal acústica ultrasónica de aproximadamente $1,5 \pi$ rad. Sin embargo, debido al intervalo limitado de los diferenciales de ángulo de fase (de 0 a π) tal como se mide por los filtros de correlación, un diferencial de ángulo de fase para el triplicado y un diferencial de ángulo de fase para una hoja individual pueden ser ambas de aproximadamente $0,5 \pi$ rad. Tal como se comentará en más detalle a
30 continuación, una realización del detector es en respuesta a las salidas de ambos filtros de correlación para determinar o reconstruir información de retardo de fase correspondiente para hojas múltiples que puede ser mayor que π rad.

La figura 6 muestra un gráfico de representaciones gráficas para los ángulos de fase diferenciales determinados usando los filtros de correlación para un elemento 180 individual, duplicado 182, y triplicado 184. Obsérvese que los
35 ángulos de fase para el elemento 180 individual y el triplicado 184 se solapan sustancialmente, haciendo difícil distinguir entre la presencia de una hoja individual o triplicado por el detector con información diferencial de ángulo de fase de los filtros de correlación.

40 La figura 7 muestra un gráfico de representaciones gráficas para el retardo de fase reconstruido determinado por una realización del detector para un elemento 190 individual, duplicado 192 y triplicado 194. En este caso, el retardo de fase reconstruido para el triplicado 194 ya no se solapa con el retardo de fase reconstruido para un elemento 190 individual. Por consiguiente, el detector puede distinguir de manera más precisa entre hojas individuales y múltiples solapadas en respuesta al retardo de fase reconstruido determinado por el detector.

45 La figura 8 muestra un gráfico que incluye representaciones gráficas para las salidas OUT_1, OUT_2 (en voltios) de los filtros de correlación primero y segundo para una realización del detector. Las representaciones gráficas comienzan durante un periodo 170 de tiempo antes de un cheque alcance el hueco entre el transmisor y el receptor y muestra el periodo 172 de tiempo en el que cheque está transportándose a través del hueco y el periodo 174 de
50 tiempo tras haber abandonado el cheque el hueco. En esta realización descrita, el transportador del aparato de aceptación de depósitos mueve el cheque a aproximadamente 500 mm/s y el detector muestrea las salidas de los filtros de correlación a una velocidad de muestreo de aproximadamente a 1 kHz.

Tal como se usa en el presente documento, el estado del detector cuando no hay ninguna hoja u otros medios presentes en o cerca del hueco entre el transmisor y el receptor se denomina "estado sin hojas". Tal como se muestra en la figura 8, para el estado sin hojas (a tiempos menores que 87 ms o mayores que 412 ms) el segundo filtro de correlación produce una señal de salida de entre aproximadamente 4,92 y 4,93 voltios que corresponde a aproximadamente su nivel de saturación. Para los mismos periodos de tiempo, el primer filtro de correlación produce una señal de salida de entre aproximadamente 2,90 y 3,16 voltios.

60 En esta realización descrita, los valores de tensión saturada o máxima (por ejemplo, 5 voltios) producidos por los filtros de correlación se producen cuando coinciden las fases de la señal de receptor y la señal de referencia respectiva. Las salidas de tensión de los filtros de correlación disminuyen hasta un nivel mínimo (por ejemplo, de aproximadamente cero) cuando las fases de la señal de receptor y la señal de referencia respectiva están

desfasadas en aproximadamente π rad. Por tanto, a medida que la señal acústica ultrasónica pasa a través de una o más hojas en el hueco de detector, los valores de tensión correspondientes de los filtros de correlación cambian entre valores máximo y mínimo (de 5 a 0 voltios) en respuesta a que la fase de la señal de receptor cambia con respecto a las fases de las señales de referencia.

Por ejemplo, cuando el borde del cheque alcanza el hueco (tras aproximadamente 95 ms), la fase de la señal acústica ultrasónica comienza a fluctuar y como resultado fluctúan las salidas de tensión de los filtros de correlación. A medida que se mueve más cantidad del cuerpo interior del cheque hacia el hueco (entre aproximadamente 120 y 380 ms), la fase de la señal acústica ultrasónica se vuelve relativamente más estable en comparación con los bordes del cheque, dando como resultado tensiones de salida de filtro generalmente de entre 2,1 – 2,3 voltios para el primer filtro de correlación y generalmente de entre 2,5 – 2,7 voltios para el segundo filtro de correlación.

En esta realización descrita, tras salir el cheque del detector y estar lleno el hueco sólo de aire (el estado sin hojas), disminuye el retardo de fase de la señal acústica ultrasónica y las salidas de tensión de los filtros de correlación vuelven a los niveles medidos al comienzo de la representación gráfica antes de que el cheque entre en el hueco.

Para determinar el retardo de fase reconstruido, el detector puede ser operativo para ajustar las tensiones de salida en respuesta a valores de desfase predeterminados según las ecuaciones 1 y 2.

$$y_1 = v_1 - o_1 \quad (EC1)$$

$$y_2 = v_2 - o_2 \quad (EC2)$$

En este caso, se calculan las tensiones ajustadas (y_1 e y_2) restando las tensiones de desfase (o_1 y o_2) de las tensiones originales (v_1 y v_2) producidas por los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente. Aunque las ecuaciones anteriores muestran un ejemplo de resta, ha de entenderse que tal como se usa en el presente documento la resta también puede corresponder a sumar un valor a un número negativo de otro valor.

En realizaciones del detector, tales valores de desfase pueden elegirse de modo que se sitúe el punto medio entre la mayor salida (saturada) para cada filtro de correlación y su salida de menor nivel correspondiente, a aproximadamente un nivel cero. Por ejemplo, si el intervalo de salida de cada filtro de correlación es de entre 0 y 5 voltios, entonces puede elegirse una tensión de desfase de 2,5 voltios para cada filtro de correlación. Esta tensión de desfase puede restarse de cada una de las salidas muestreadas de los filtros de correlación para producir un conjunto de tensiones de salida ajustadas bipolares.

La figura 9 muestra representaciones gráficas para las tensiones de salida ajustadas que corresponden a las representaciones gráficas de las tensiones de salida originales mostradas en la figura 8 reducidas mediante valores de tensión de desfase determinados. En este caso, se determinó que la tensión de desfase para el primer filtro de correlación era de aproximadamente 2,507 voltios y se determinó que la tensión de desfase para el segundo filtro de correlación era de aproximadamente 2,470 voltios. Como resultado de la resta de estos valores de tensión de desfase de las salidas de los filtros de correlación correspondientes, las salidas ajustadas pueden oscilar entre valores positivos y negativos dependiendo de la cantidad de diferencial de ángulo de fase entre la señal de receptor y la señal de referencia respectiva.

Para la determinación adicional del retardo de fase reconstruido, realizaciones del detector pueden calcular valores de amplitud virtuales en respuesta a los valores de tensión de salida ajustados. Puede realizarse un cálculo de este tipo para una amplitud virtual según la ecuación 3.

$$A = \sqrt{y_1^2 + y_2^2} \quad (EC3)$$

En este caso, A corresponde a la amplitud virtual e y_1 e y_2 corresponden a tensiones de salida ajustadas para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente. La figura 10 muestra un gráfico que incluye una representación gráfica de las amplitudes virtuales calculadas derivadas de las tensiones de salida ajustadas mostradas en la figura 9.

Tal como se usa en el presente documento, los diferenciales de ángulo de fase correspondientes a las salidas de los filtros de correlación se denominan ángulos de fase originales. Tales ángulos de fase originales pueden calcularse para las salidas ajustadas de al menos uno de los filtros de correlación en respuesta a las ecuaciones 4 y/o 5.

$$\varphi_1 = \arccos \frac{y_1}{A} \quad (EC4)$$

$$\varphi_2 = \arccos \frac{y_2}{A} \quad (\text{EC5})$$

5 En este caso, φ_1 y φ_2 corresponden a las fases originales en radianes que pueden determinarse calculando los arccos del resultado de la división de las tensiones de salida ajustadas (y_1 e y_2) para los filtros de correlación primero y segundo respectivamente entre su amplitud virtual correspondiente.

10 Además de mostrar una representación 260 gráfica de la amplitud virtual, la figura 10 también muestra las representaciones 262, 264 gráficas para los ángulos de fase originales calculados que corresponden a las tensiones de salida ajustadas primera y segunda mostradas en la figura 9 para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente.

15 Para la realización descrita, las figuras 8-10 muestran representaciones gráficas asociadas con una hoja individual que pasa a través del detector. Las figuras 12-14 muestran representaciones gráficas correspondientes para el caso en el que la hoja que pasa a través del detector está doblada parcialmente para formar una parte solapada de dos capas (en el presente documento denominado duplicado escalonado). Las figuras 16-18 muestran representaciones gráficas correspondientes para el caso en el que tres hojas solapantes (en el presente documento denominado triplicado) pasa a través del detector.

20 Tal como se comentó previamente, los ángulos de fase originales calculados a partir de las salidas de los filtros de correlación oscilan entre 0 y π rad. Por tanto, aunque el retardo de fase real de la señal acústica ultrasónica puede ser mayor que π radianes para el caso de un triplicado, los ángulos 266, 268 de fase primero y segundo originales calculados a partir de los filtros de correlación primero y segundo y mostrados en la figura 18 para un triplicado son menores que π rad. Como resultado, los ángulos de fase originales calculados para un triplicado (figura 18) son relativamente similares a los ángulos de fase originales calculados para una hoja individual (figura 10), haciendo difícil distinguir entre un triplicado y una hoja individual basándose sólo en los ángulos de fase originales calculados.

25 Por tanto, para revelar información de retardo de fase que es mayor que π radianes a partir de ángulos de fase originales que no superan π rad, la realización del detector es operativa para mapear los ángulos de fase originales con ángulos de fase reconstruidos, que pueden incluir ángulos mayores que π rad.

30 En esta realización descrita, los ángulos de fase reconstruidos pueden determinarse evaluando los cambios incrementales en los signos de las salidas ajustadas a medida que pasa una hoja a través del hueco entre el transmisor y el receptor. Una evaluación de este tipo puede realizarse en vista del hecho de que los ángulos de fase reconstruidos para el segundo filtro de correlación deben retrasarse por detrás de los ángulos de fase reconstruidos para el primer filtro de correlación en $\pi/2$. Esta relación entre fases originales para los dos filtros de correlación se produce como resultado de que el detector produce la segunda señal REF_2 de referencia con una fase que se retrasa detrás de la fase de la primera señal REF_1 de referencia en $\pi/2$.

35 La figura 20 muestra una tabla 300 que incluye las salidas 310, 312 de filtro de correlación correspondientes (en voltios), las salidas 314, 316 ajustadas, la amplitud 308 virtual y los ángulos 302, 306 de fase originales calculados (en radianes) representados en las representaciones gráficas para las figuras 8-10 para una muestra de salida de los filtros de correlación a 2 ms. Esta muestra es durante el estado sin hojas del detector. También se producen mediciones y valores calculados similares por el detector en los estados sin hojas mostrados en las representaciones gráficas para las figuras 12-14 y 16-18.

40 Tal como se muestra en la figura 20, los ángulos 302, 306 de fase originales para los filtros de correlación primero y segundo son de 1,370 radianes y 0,201 radianes, respectivamente. En esta realización descrita, el detector es operativo para determinar que los valores 304, 308 de fase reconstruida correspondientes son de 1,370 radianes y -0,201 radianes, respectivamente. Las fórmulas para mapear los ángulos de fase originales con ángulos de fase reconstruidos correspondientes pueden variar dependiendo del ángulo de fase reconstruido determinado para la muestra anterior y dependiendo de los cambios en los signos de las salidas ajustadas de la muestra anterior a la muestra actual.

45 Tal como se muestra en la figura 21, un gráfico que representa de manera gráfica ángulos de fase puede dividirse en cuatro cuadrantes (I, II, III y IV) de noventa grados ($\pi/2$ radianes) que aumentan en una secuencia antihoraria. El primer cuadrante (I) oscila entre 0 y $\pi/2$ radianes. El segundo cuadrante (II) oscila entre $\pi/2$ radianes y π radianes. El tercer cuadrante (III) oscila entre π radianes y $3\pi/2$ radianes. El cuarto cuadrante (IV) oscila entre $3\pi/2$ radianes y 2π radianes.

50 Si se representase gráficamente la fase reconstruida para el primer filtro de correlación en un gráfico de cuatro cuadrantes de este tipo, el ángulo 304 de fase reconstruido de 1,370 radianes para el primer filtro de correlación se encontraría en el primer cuadrante (I) tal como se muestra en la figura 21. Además, el ángulo 308 de fase

reconstruido de $-0,201$ radianes para el segundo filtro de correlación se encontraría en el cuarto cuadrante (IV) y retrasa el ángulo de fase reconstruido del primer filtro de correlación en aproximadamente $\pi/2$ radianes.

5 En esta realización descrita, mientras que el detector permanece en el estado sin hojas, los filtros de correlación continuarán generando valores de tensión correspondientes a los valores 310, 312 de tensión mostrados en la figura 20. Sin embargo, cuando el borde de la hoja alcanza el detector (aproximadamente 95 ms) comienza a fluctuar el retardo de fase ultrasónica y fluctúan las tensiones de salida correspondientes. La realización descrita del detector es operativa para muestrear las salidas de los filtros de correlación a una velocidad suficientemente alta (1 kHz) como para hacer un seguimiento del cambio en las salidas ajustadas y/o los ángulos de fase originales correspondientes con suficiente resolución para detectar el movimiento gradual en el ángulo de fase reconstruido desde un cuadrante hasta un cuadrante adyacente. Como resultado, las fases reconstruidas correspondientes a cada muestra se encontrarán o bien en el mismo cuadrante que la muestra anterior o bien se encontrarán en uno de los cuadrantes adyacentes a medida que fluctúa la fase de la señal acústica ultrasónica en respuesta a los medios de hoja en el detector. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 21, si la muestra anterior tiene un ángulo de fase reconstruido que se encuentra en el primer cuadrante (I), el ángulo de fase reconstruido de la siguiente muestra del mismo filtro de correlación o bien permanecerá en el primer cuadrante (I) o bien aumentará para encontrarse en el segundo cuadrante (II) o bien disminuirá para encontrarse en el cuarto cuadrante (IV).

20 En esta realización descrita, la velocidad de muestreo es lo suficientemente elevada como para minimizar la oportunidad de que los ángulos de fase reconstruidos cambien a un cuadrante no adyacente en comparación con el ángulo de fase reconstruido anterior. Por tanto, si la muestra anterior tiene un ángulo de fase reconstruido que se encuentra en el primer cuadrante (I), el ángulo de fase reconstruido de la siguiente muestra para el mismo filtro de correlación no debe encontrarse en el tercer cuadrante (III).

25 Tal como se muestra en la figura 21, a medida que aumenta el retardo de fase de una señal acústica ultrasónica con los medios en el detector desde 0 hasta 2π rad, una representación gráfica de la fase reconstruida cambiante se moverá teóricamente desde el primer cuadrante (I) hasta el segundo cuadrante (II), luego desde el segundo cuadrante (II) hasta el tercer cuadrante (III), luego desde el tercer cuadrante (III) hasta el cuarto cuadrante (IV). Después del cuarto cuadrante (IV), la fase reconstruida seguirá una vez más a través de los cuatro cuadrantes (I a IV) a medida que aumenta el retardo de fase de la señal acústica ultrasónica desde 2π hasta 4π .

30 La tabla mostrada en la figura 22 enumera cuadrantes 484 en los que los ángulos de fase reconstruidos (para el primer filtro de correlación) pueden moverse a su través con la inserción de una o más hojas en el detector. Se enumera un primer conjunto 402 de cuadrantes (I a IV) sin un superíndice y corresponden al primer ciclo alrededor del gráfico a través del que pueden moverse los ángulos de fase reconstruidos para el primer filtro de correlación.

35 Cuando el ángulo de fase reconstruido aumenta y se mueve a través de los cuatro cuadrantes (I a IV) en un segundo o tercer tiempo/ciclo, se enumeran los conjuntos 404, 406 de cuadrantes segundo o tercero con un superíndice +1 o +2, respectivamente, en la tabla. De manera correspondiente, si la fase reconstruida se moviera en sentido opuesto desde el primer cuadrante I inicial hasta el cuarto cuadrante IV, la tabla enumera el conjunto 408 del conjunto anterior de cuadrantes con un superíndice -1.

40 En realizaciones del detector, la fase de la señal de excitación con relación a las fases de las señales de referencia puede establecerse/ajustarse por el hardware del detector para situar el mínimo retardo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación en el primer cuadrante (I) para el estado sin hojas. Sin embargo, debido a que la segunda señal de referencia retrasa la primera señal de referencia en $\pi/2$, en el estado sin hojas, el ángulo de fase reconstruido para el segundo filtro de correlación se encontrará en el cuarto cuadrante con un superíndice negativo asociado (IV^{-1})

50 La figura 23 muestra una tabla de valores asociados con la detección de un triplicado. Estos valores se representan en los gráficos 16-20 y corresponden al periodo de tiempo entre 102-128 ms. Este periodo de tiempo representa un periodo que se inicia antes de que una hoja solapada triple alcance el detector y finaliza mientras una parte del triplicado está dentro del hueco del detector.

55 Un conjunto 502 inicial de las muestras corresponde al periodo de tiempo durante el estado sin hojas del detector. En este conjunto inicial de muestras, los signos 414, 416 de las salidas 418, 419 ajustadas primera y segunda, respectivamente, son positivos (+,+). El proceso de reconstrucción de los ángulos de fase comienza con el conocimiento predeterminado (tal como se establece por el hardware) de que cuando está en el estado sin hojas, el par positivo de signos (+,+) de las salidas ajustadas corresponde a ángulos de fase reconstruidos para el primer filtro de correlación que se encuentran en el primer cuadrante (I). La figura 22 refleja esta asociación en la fila 403 que asocia el primer cuadrante (I) con un par de signos positivos (+,+). Además, la figura 22 también asocia con cada cuadrante ecuaciones 420 correspondiente que pueden utilizarse para mapear los ángulos de fase originales con ángulos de fase reconstruidos.

ES 2 395 917 T3

Por ejemplo, la fila 403 asociada con el primer cuadrante (I) y el par de signos (+,+) en la figura 22 indica que las siguientes ecuaciones 6 y 7 pueden utilizarse por el detector para mapear los ángulos de fase originales con ángulos de fase reconstruidos para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente.

$$5 \quad \Phi_1 = \varphi_1 \quad (\text{EC6})$$

$$\Phi_2 = -\varphi_2 \quad (\text{EC7})$$

10 En este caso, las variables φ_1 y $-\varphi_2$ representan los ángulos de fase originales para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente, para una muestra y las variables Φ_1 y Φ_2 representan los ángulos de fase reconstruidos para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente.

15 Volviendo a la figura 23, para la muestra a 105 ms, los ángulos 420, 424 de fase originales para los filtros de correlación primero y segundo son de 1,53 radianes y 0,048 radianes, respectivamente. En respuesta a la ecuación 6 y 7, estos ángulos de fase originales puede mapearse con los ángulos de fase reconstruidos de 1,53 radianes y -0,048 radianes, respectivamente.

20 Tal como se comentó previamente, los signos 422, 426 asociados con las salidas 420, 424 ajustadas para la muestra a 105 ms son ambos positivos (+,+). Sin embargo, la siguiente muestra a 106 ms, tiene una salida 430 ajustada asociada con el primer filtro de correlación que ahora tiene un signo 432 negativo mientras que la salida 434 ajustada asociada con el segundo filtro de correlación continúa teniendo un signo 436 positivo. El par de signos correspondiente para la muestra a 106 ms es, por tanto, negativo y positivo (-, +).

25 Este cambio de signo de una de las salidas ajustadas de la muestra a 105 ms a la muestra a 106 ms indica que la fase reconstruida para el primer filtro de correlación (y el segundo) se ha movido a un nuevo cuadrante (probablemente como resultado de que el borde del triplicado se aproxima al hueco o se mueve al interior del hueco del detector).

30 Para determinar qué cuadrante, el detector puede ser operativo para analizar la muestra actual y la muestra anterior usando un programa de software o *firmware* que está configurado para responder a partes de la información representada en la figura 22. Por ejemplo, el detector puede incluir un programa que es operativo para determinar que la muestra anterior (a 105 ms) tiene un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que estaba en el primer cuadrante (I). Un programa de este tipo también puede determinar que de los cuadrantes adyacentes (IV⁻¹ o II) al primer cuadrante (I), los signos (-, +) de la muestra actual (106 ms) corresponden a los signos (-, +) asociados con el segundo cuadrante (II) y no los signos (+, -) asociados con el cuarto cuadrante IV⁻¹.

35 Basándose en la determinación de que la muestra actual (106 ms) debe tener un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que está ahora en el segundo cuadrante (II), pueden usarse las siguientes ecuaciones 8 y 9 para mapear los ángulos 410, 412 de fase originales con ángulos 411, 413 de fase reconstruidos correspondientes:

$$40 \quad \Phi_1 = \varphi_1 \quad (\text{EC8})$$

$$\Phi_2 = \varphi_2 \quad (\text{EC9})$$

45 En respuesta a estas ecuaciones, los ángulos de fase originales de 1,920 radianes y 0,349 radianes para la muestra a 106 ms (figura 23) pueden mapearse con los ángulos de fase reconstruidos de 1,920 radianes y 0,349 radianes, respectivamente.

50 Tal como se muestra en la figura 23, las muestras desde 106 ms hasta 112 ms tienen conjuntos 414, 416 de signos asociados para las salidas ajustadas primera y segunda que continúan correspondiendo a valores negativo y positivo (-, +), respectivamente. Sin embargo, la siguiente muestra a 113 ms, tiene una salida 454 ajustada asociada con el segundo filtro de correlación que ahora tiene un signo 436 negativo mientras que la salida 452 ajustada asociada con el primer filtro de correlación continúa teniendo un signo 436 negativo. El par de signos correspondiente para la muestra a 113 ms es, por tanto, negativo y negativo (-, -).

55 Este cambio en los signos de la muestra a 112 ms a la muestra a 113 ms indica que la fase reconstruida para el primer filtro de correlación (y el segundo) se ha movido otra vez a un nuevo cuadrante. Para determinar qué cuadrante, el detector puede ser operativo para analizar de nuevo la muestra actual y la muestra anterior en respuesta a partes de la información representada en la figura 22.

60 Por ejemplo, el programa asociado con el detector puede ser operativo para determinar que la muestra anterior (112 ms) tiene un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que estaba en el segundo cuadrante (II). Un programa de este tipo también puede determinar que de los cuadrantes adyacentes (I o III) al segundo cuadrante

(II), los signos (-,-) de la muestra actual (113 ms) corresponden a los signos (-,-) asociados con el tercer cuadrante (III) y no los signos (+,+) asociados con el primer cuadrante (I).

5 Basándose en la determinación de que la muestra actual (113 ms) debe tener un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que está en el tercer cuadrante (III), pueden usarse las siguientes ecuaciones 10 y 11 para mapear los ángulos de fase originales con los ángulos de fase reconstruidos:

$$\Phi_1 = 2\pi - \varphi_1 \quad (\text{EC10})$$

10
$$\Phi_2 = \varphi_2 \quad (\text{EC11})$$

En respuesta a estas ecuaciones, los ángulos de fase originales de 2,679 radianes y 2,034 radianes para la muestra a 113 ms (figura 23) pueden mapearse con los ángulos de fase reconstruidos de 3,605 radianes y 20,34 radianes, respectivamente.

15 Continuando con la tabla en la figura 23, la siguiente muestra a 114 ms tiene una salida 460 ajustada asociada con el primer filtro de correlación que tiene ahora un signo positivo 462 mientras que la salida 464 ajustada asociada con el segundo filtro de correlación continúa teniendo un signo negativo 466. El par de signos correspondiente para la muestra a 114 ms es, por tanto, positivo y negativo (+, -).

20 Este cambio en el signo de la muestra a 113 ms a la muestra a 114 ms indica que el ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación (y el segundo) se ha movido otra vez a un nuevo cuadrante. Para determinar qué cuadrante, el detector puede ser operativo para analizar la muestra actual y la muestra anterior en respuesta a partes de la información representada en la figura 22.

25 Por ejemplo, el programa asociado con el detector puede ser operativo para determinar que la muestra anterior (113 ms) tenía un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que estaba en el tercer cuadrante (III). El programa también puede determinar que de los cuadrantes adyacentes (II o IV) al tercer cuadrante (III), los signos (+,-) de la muestra actual (114 ms) corresponden a los signos (+,-) asociados con el cuarto cuadrante (IV) y no los signos (-,+) asociados con el segundo cuadrante II.

30 Basándose en la determinación de que la muestra actual (114 ms) debe tener un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que está en el cuarto cuadrante (IV), pueden usarse las siguientes ecuaciones 12 y 13 para mapear los ángulos de fase originales con los ángulos de fase reconstruidos:

35
$$\Phi_1 = 2\pi - \varphi_1 \quad (\text{EC12})$$

$$\Phi_2 = 2\pi - \varphi_2 \quad (\text{EC13})$$

40 En respuesta a estas ecuaciones, los ángulos de fase originales de 0,997 radianes y 2,568 radianes para la muestra a 114 ms (figura 23) pueden mapearse con los ángulos de fase reconstruidos de 5,286 radianes y 3,715 radianes, respectivamente.

45 Continuando con la tabla en la figura 23, la siguiente muestra (115 ms) tiene signos (+,-) asociados con las salidas ajustadas que corresponden al ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que permanece en el cuadrante IV. Sin embargo, la siguiente muestra a 116 ms tiene una salida 474 ajustada asociada con el segundo filtro de correlación que tiene ahora un signo 476 positivo mientras que la salida 470 ajustada asociada con el primer filtro de correlación continúa teniendo un signo 472 positivo. El par de signos correspondiente para la muestra a 116 ms es, por tanto, positivo y positivo (+,+).

50 Este cambio en el signo de la muestra a 115 ms a la muestra a 116 ms indica que el ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación (y el segundo) se ha movido otra vez a un nuevo cuadrante. Para determinar qué cuadrante, el detector puede ser operativo para analizar la muestra actual y la muestra anterior en respuesta a partes de la información representada en la figura 22.

55 Por ejemplo, el programa asociado con el detector puede ser operativo para determinar que la muestra anterior (115 ms) tenía un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que estaba en el cuarto cuadrante (IV). El programa también puede determinar que de los cuadrantes adyacentes (III o I) al cuarto cuadrante (IV), los signos (+,+) de la muestra actual (116 ms) corresponden a los signos (+,+) asociados con ángulos de fase y reconstruidos correspondientes al primer cuadrante del siguiente ciclo (I^{+1}) y no los signos (+,-) asociados con el tercer cuadrante (III).

Basándose en la determinación de que la muestra actual (116 ms) debe tener un ángulo de fase reconstruido para el primer filtro de correlación que está en el primer cuadrante del siguiente ciclo (I^{+1}), pueden usarse las siguientes ecuaciones 14 y 15 para mapear los ángulos de fase originales con los ángulos de fase reconstruidos:

5
$$\Phi_1 = 2\pi + \varphi_1 \tag{EC14}$$

$$\Phi_2 = 2\pi - \varphi_2 \tag{EC15}$$

10 En respuesta a estas ecuaciones, los ángulos de fase originales de 0,508 radianes y 1,062 radianes para la muestra a 116 ms (figura 23) pueden mapearse con los ángulos de fase reconstruidos de 6,792 radianes y 5,221 radianes, respectivamente.

15 Para los casos en los que los ángulos de fase reconstruidos continúan aumentando a través de los cuadrantes I^{+1} , II^{+1} , III^{+1} , IV^{+1} e I^{+2} , las fases reconstruidas pueden calcularse a partir de los ángulos de fase originales en respuesta a las fórmulas 420 correspondientes enumeradas en la tabla.

20 Tal como ilustran los ejemplos anteriores, en una realización del detector, los pares de signos de las salidas ajustadas para una muestra y los pares de signos de la muestra anterior de los filtros de correlación pueden usarse por el detector para determinar cómo mapear los ángulos de fase originales calculados con ángulos de fase reconstruidos que reflejen con más precisión el retardo de fase de la señal acústica ultrasónica.

25 El cambio en los pares de signos refleja cambios o movimiento de los ángulos de fase originales y/o reconstruidos para muestras consecutivas de un cuadrante a otro cuadrante adyacente. Tal como se usa en el presente documento un cuadrante corresponde a un intervalo o rango de ángulos de $\pi/2$ (noventa grados). En realizaciones alternativas del detector, pueden usarse otros métodos para detectar cambios en las salidas que reflejan que las fases se mueven de un cuadrante (intervalo de ángulos de $\pi/2$) a otro cuadrante adyacente (intervalo de ángulos de $\pi/2$). Por ejemplo, en vez de monitorizar el cambio en los pares de signos de las salidas ajustadas tal como se comentó previamente, el detector puede monitorizar las salidas no ajustadas de los filtros de correlación para valores que pasan umbrales de tensión predeterminados. Tales umbrales pueden corresponder a los valores de desfase comentados previamente. Por ejemplo, si las tensiones de desfases para cada filtro de correlación corresponden a 2,5 voltios, el detector puede ser operativo para monitorizar cambios en las salidas que se mueven desde superior a inferior a 2,5 voltios o se mueven desde inferior a superior a 2,5 voltios. Por tanto, una realización alternativa puede ser operativa para determinar cómo mapear un ángulo de fase original con un ángulo de fase reconstruido en respuesta a en qué sentido se está atravesando el umbral, qué salida de filtro de correlación está atravesando el umbral y el cuadrante asociado a la muestra anterior.

30 Tal como se comentó previamente, los ángulos de fase reconstruidos para cada filtro de correlación están separados en $\pi/2$ rad. Como resultado, pueden ser necesarios los ángulos de fase originales y los ángulos de fase reconstruidos asociados sólo con uno de los filtros de correlación, para determinar si los medios de hoja corresponden a una hoja individual u hojas múltiples. Por tanto, para reducir el número de cálculos realizados por un procesador, el detector puede ser operativo para determinar sólo ángulos de fase originales y ángulos de fase reconstruidos correspondientes sólo para uno de los filtros de correlación en vez de para ambos filtros de correlación. Sin embargo, tal como se comentó previamente, la determinación de ángulos de fase originales y el mapeo de los ángulos de fase originales con los ángulos de fase reconstruidos se realiza en respuesta a las salidas de ambos filtros de correlación.

35 Realizaciones del detector pueden ser operativas para usar valores de umbral fijados para distinguir ángulos de fase reconstruidos correspondientes a hojas individuales y ángulos de fase reconstruidos correspondientes a hojas múltiples. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 7, una hoja individual que pasa a través del detector puede producir sistemáticamente ángulos de fase reconstruidos que son menores que 3 rad, mientras que los duplicados, o triplicados u otros múltiplos de hojas pueden producir ángulos de fase reconstruidos que se extienden sistemáticamente por encima de 3 radianes. Por tanto, puede usarse un umbral fijado correspondiente a 3 rad por el detector para determinar cuándo los medios en el detector corresponden a hojas múltiples solapadas.

50 En otras realizaciones, pueden usarse otros algoritmos que distinguen hojas individuales de hojas múltiples basándose en los ángulos de fase reconstruidos producidos. Por ejemplo, en realizaciones alternativas, pueden compararse promedios o medianas de ángulos de fase reconstruidos con uno o más valores de umbral en vez del ángulo máximo producido por el detector para distinguir entre hojas individuales o múltiples.

60 Además, realizaciones alternativas del detector pueden ser operativas para determinar el número de hojas cuando se detectan hojas múltiples. Por ejemplo en respuesta a los ángulos de fase reconstruidos producidos, puede usarse el detector para distinguir entre duplicados o triplicados u otros múltiplos de hojas.

5 En realizaciones del detector, el algoritmo de reconstrucción descrito puede producir ángulos de fase reconstruidos que corresponden sistemáticamente al retardo de fase real de la señal acústica ultrasónica cuando se usa(n) hojas(s) plana(s), ya sea una hoja individual o múltiplos (o bien múltiplos perfectos o bien múltiplos escalonados). Sin embargo, una hoja individual arrugada puede producir ángulos de fase reconstruidos correspondientes que aparecen en el detector indicando la presencia de un duplicado o triplicado. La oscilación transitoria adicional en el borde anterior de la forma de onda del cheque arrugado puede ser una causa para un ángulo de fase reconstruido anómalamente grande.

10 En realizaciones del detector, la oscilación transitoria adicional aparece normalmente en el plazo de 8 ms tras alcanzar el borde anterior el detector o antes de que la salida ajustada para el segundo filtro de correlación (y_2) pase de positiva a negativa. La oscilación transitoria de la forma de onda eventualmente se amortigua. Por tanto, una realización alternativa puede ser operativa para esperar una cantidad de tiempo predeterminada tras pasar la salida ajustada para el segundo filtro de correlación (y_2) de positiva a negativa para el primer tiempo (el ángulo de fase reconstruido asociado con el primer filtro de correlación debe estar moviéndose desde el segundo cuadrante (II) hasta el tercer cuadrante (III) en ese punto). Tras haber transcurrido la cantidad de tiempo predeterminada, el detector puede continuar con la determinación de los ángulos de fase reconstruidos con la suposición de que la primera muestra que está reconstruyéndose tras el retardo está dentro de un cuadrante desde el tercer cuadrante (III).

20 En una realización del detector, la cantidad de tiempo predeterminada puede corresponder a un retardo de aproximadamente 56 ms que también puede corresponder a aproximadamente 26 mm de movimiento de la hoja a una velocidad de transporte de 500 mm/s. Los ángulos de fase reconstruidos continúan determinándose tal como se describió anteriormente para las muestras durante la cantidad de tiempo predeterminada (en el presente documento denominado también retardo temporal). Sin embargo para la primera muestra tras el retardo temporal, el detector puede restablecer el cuadrante y/o los signos asociados de la muestra en un número de cuadrante y/o conjuntos de signos actualizados.

30 En esta realización descrita, puede determinarse que el cuadrante (para el primer filtro de correlación) que está asociado con esta primera muestra tras el retardo temporal permanece en cualquiera de los cuadrantes segundo (II), tercero (III) o cuarto (IV), si el ángulo de fase reconstruido correspondiente (para el primer filtro de correlación) que está asociado con esta primera muestra tras el retardo temporal está en los cuadrantes segundo (II), tercero (III) o cuarto (IV) tras el retardo. Sin embargo, el detector puede ser operativo para restablecer la muestra para que corresponda al segundo cuadrante (II) (y/o los signos asociados con el segundo cuadrante) si el ángulo de fase reconstruido para esta primera muestra tras el retardo temporal corresponde a un cuadrante menor que el segundo cuadrante (II). Además el detector puede ser operativo para restablecer esta primera muestra tras el retardo temporal para que corresponda al cuarto cuadrante (IV) (y/o los signos asociados con el cuarto cuadrante) si el ángulo de fase reconstruido para la muestra corresponde a un cuadrante mayor que el cuarto cuadrante (IV).

40 Tras haberse restablecido o no el cuadrante (y/o los signos para el cuadrante) asociado con esta primera muestra tras el retardo temporal tal como se comentó anteriormente, el detector es operativo para continuar con la determinación de ángulos de fase reconstruidos para la segunda muestra tras el retardo. Sin embargo, cuando se determina con qué cuadrante está asociada la segunda muestra tras el retardo, se realiza la comparación de los signos entre la primera muestra tras el retardo y la segunda muestra tras el retardo, con relación al cuadrante y/o los signos a los que puede haberse restablecido la primera muestra.

45 Por tanto si el cuadrante asociado con la primera muestra tras el retardo se restableció desde el primer cuadrante en el siguiente ciclo (I^{+1}) hasta el cuarto cuadrante (IV), se determina la evaluación en cuanto a con qué cuadrante está asociada la segunda muestra tras el retardo, con relación a la primera muestra tras el retardo que está en el cuarto cuadrante (IV) con signos de (+,-) en vez de estar en el primer cuadrante en el siguiente ciclo (I^{+1}) con signos de (+,+). Después de la segunda muestra tras el retardo, el detector determina las fases reconstruidas de muestras posteriores de la manera descrita previamente sin restablecer los cuadrantes asociados de las muestras anteriores.

55 En una realización, el detector puede incluir un procesador operativo para realizar uno o más de los cálculos comentados previamente que implican las ecuaciones 1 - 15. En una realización alternativa, un procesador tal como un ordenador del aparato (por ejemplo, una máquina bancaria automática u otra máquina) que comprende el detector puede realizar uno o más de los cálculos comentados previamente. Tales realizaciones pueden incluir software con bibliotecas matemáticas que pueden realizar raíces cuadradas, funciones arccos y otras operaciones de coma flotante relativamente complejas.

60 Sin embargo, en una realización alternativa, en vez de realizar funciones matemáticas complejas tales como la función arccos para cada muestra medida por el detector, el procesador que determina los valores de ángulo de fase originales puede acceder a un almacenamiento de datos incluido en el detector o en otro lugar que incluye almacenada en el mismo una tabla de ángulos de fase precalculados. El procesador puede ser operativo para usar

la tabla para consultar al menos uno de los ángulos de fase originales para cada muestra usando las salidas ajustadas para los filtros de correlación como un índice para la tabla.

5 En esta realización descrita, el procesador puede consultar datos correspondientes a ángulos de fase originales a partir de una tabla de manera sustancialmente más rápida que realizar la función arccos y los otros cálculos de coma flotante complejos comentados anteriormente con respecto a las ecuaciones 4 y 5.

10 En una realización del detector, las salidas de tensión analógicas (v_1 y v_2) de los filtros de correlación pueden procesarse mediante convertidores A/D para producir salidas digitales de 8 bits correspondientes. Por ejemplo, salidas analógicas que oscilan entre 0 y 5 voltios pueden convertirse en salidas digitales que oscilan entre 0-255. Por ejemplo, el procesador puede producir valores de salidas ajustadas digitales de 8 bits correspondientes (y_1 e y_2) según las ecuaciones 1 y 2 anteriores para producir salidas ajustadas digitales bipolares que oscilan entre -128 y +128.

15 El procesador puede combinar las salidas ajustadas de los dos filtros de correlación para formar un índice que puede utilizarse para recuperar un(os) ángulo(s) de fase original(es) correspondiente(s) a partir de la tabla precalculada. En una realización del detector, la tabla puede tener una longitud de 64 k para representar todas las combinaciones de salidas ajustadas (y_1 e y_2) de los filtros de correlación (por ejemplo, 256 por 256). Cada fila puede incluir dos valores de 16 bits precalculados, valores que corresponden a los ángulos de fase originales precalculados (φ_1 y φ_2) para los filtros de correlación primero y segundo, respectivamente. Como resultado, una tabla de este tipo puede tener un tamaño de aproximadamente 256 kbytes (64 k por 32 bits).

20 En una realización alternativa, el tamaño de la tabla (es decir, el número de filas) puede reducirse eliminando filas que tienen datos que pueden derivarse fácilmente de otras filas. Por ejemplo, la tabla puede reducirse a una cuarta parte del tamaño original implementando sólo el caso en el que tanto y_1 como y_2 tienen signos positivos. Si las muestras correspondientes a y_1 e y_2 no tienen ambos signos positivos, el detector puede ser operativo para: hacerlas positivas para fines de preparar un índice; consultar los valores de fase originales correspondientes de la tabla reducida; y realizar una operación correctora según se requiera para convertir los valores de fase originales recuperados de la tabla en los valores de fase originales corregidos que corresponden a una o ambas las salidas ajustadas (y_1 e y_2) que son negativas.

25 Tal como se comentó previamente, una realización del detector puede necesitar determinar ángulos de fase originales para sólo uno de los filtros de correlación. Por tanto, la tabla puede reducirse adicionalmente incluyendo datos de fase originales precalculados asociados con sólo un filtro de correlación. Como resultado, puede reducirse de nuevo el tamaño de la tabla a la mitad ya que cada fila sólo incluye un valor de 16 bits en vez de dos valores de 16 bits. Por ejemplo, los ángulos de fase originales precalculados almacenados en la tabla sólo pueden generarse usando la ecuación 4. Sin embargo, tal como se describirá a continuación, realizaciones pueden determinar (si es necesario) ángulos de fases originales correspondientes a la ecuación 5 usando una tabla sólo con datos de la ecuación 4 generando un índice para la tabla con los valores de y_1 e y_2 ajustados invertidos.

40 Aplicando ambas técnicas de reducción descritas anteriormente, puede reducirse el tamaño de la tabla desde los 256 kbytes hasta sólo 32 kbytes. En una realización del detector, la tabla puede almacenarse en una memoria RAM *flash* u otro almacenamiento de datos que sea accesible al procesador asociado con el detector.

45 En una realización del detector, las salidas de coma flotante de las ecuaciones 4 ó 5 pueden mapearse con un valor entero de coma fija para el almacenamiento en la tabla multiplicando los valores de fase en radianes producidos por las ecuaciones 4 ó 5 por una constante K mostrada en la ecuación 16.

$$K = 9000/\pi \quad (\text{EC16})$$

50 En este caso, se elige K para producir valores enteros en múltiplos de 0,02 grados. Por tanto, un valor entero de 50 en la tabla correspondería a un ángulo de fase de 1 grado. En la tabla, los valores enteros con signos que oscilan entre -32,768 y +32,767 pueden representar ángulos de fase que oscilan entre -655,36° y +655,34°. En una realización del detector, una tabla precalculada formada de esta manera, puede cubrir más de $\pm 3,5$ radianes, lo que puede ser suficiente para representar el retardo de fase máximo provocado por un sextuplicado (6 hojas solapadas).

55 En la realización descrita en la que la tabla se ha reducido incluyendo sólo filas para el caso en el que las salidas ajustadas (y_1 , y_2) son positivas, puede calcularse un índice (z) para acceder a un ángulo de fase original a partir de tal tabla reducida según la ecuación 17.

$$60 \quad z = 128 \cdot w_2 + w_1 \quad (\text{EC17})$$

En este caso, w_1 corresponde al valor absoluto de y_1 (es decir, $|y_1|$) y w_2 corresponde al valor absoluto de y_2 (es decir, $|y_2|$). Si la tabla almacena ángulos de fase originales precalculados generados a partir de la ecuación 4 por

ejemplo, la variable z corresponde a un índice para la tabla que es operativo para localizar un ángulo de fase original para el primer filtro de correlación.

5 Para realizaciones del detector que también necesitan información de fase correspondiente al segundo filtro de correlación, puede usarse la misma tabla (derivada usando la ecuación 4) pero puede calcularse un índice inverso (z_r) según la ecuación 18.

$$z_r = 128 \cdot w_1 + w_2 \quad (\text{EC18})$$

10 En este caso, los índices z y z_r corresponden a un desplazamiento hacia la izquierda de w_2 (o w_1) en 7 bits y luego la suma de w_1 (o w_2). Para simplificar la tabla adicionalmente, w_1 y w_2 pueden limitarse a un intervalo de desde 0 hasta 127. Si cualquiera de ellos es 128, el valor puede reducirse hasta 127. Puesto que el valor máximo (es decir, 128) se produce cuando el detector está en el estado sin hojas, la información de fase perdida puede tener poco impacto sobre la precisión del dispositivo para distinguir hojas individuales de hojas múltiples.

15 En una realización del detector, pueden calcularse ángulos de fase originales precalculados para la tabla reducida descrita a los que se accede usando el índice z (o z_r) descrito anteriormente según la función mostrada en la ecuación 19.

$$20 \quad f(z) = f(128 \cdot w_2 + w_1) = \text{int} \left[0,5 + \frac{9000}{\pi} \cdot \arccos \frac{w_1}{\sqrt{w_1^2 + w_2^2}} \right] \quad (\text{EC19})$$

25 Un método de producción o fabricación del detector puede incluir una etapa de método que implica generar la tabla descrita anteriormente. Un método de este tipo puede incluir la etapa de método de formar la tabla reducida según la ecuación 19 para combinaciones de w_1 y w_2 que oscilan entre 0 y 127. El método de producción del detector puede incluir además almacenar los datos para la tabla en un almacenamiento de datos que es accesible por el procesador del detector. Un método de operación de un detector de este tipo puede incluir acceder a la tabla para determinar valores de fase originales para uno o ambos filtros de correlación usando índices generados por el detector según la ecuación 17 y/o la ecuación 18. Debido a que se redujo esta tabla descrita incluyendo información de fase sólo para casos en los que y_1 e y_2 son ambos positivos, el método de operación del detector puede incluir además una etapa implicada en la conversión de los datos recuperados de la tabla para reflejar los signos originales de y_1 e y_2 (si uno o más son negativos).

30 Por ejemplo si y_1 es negativo, puede usarse la ecuación 20 para mapear el valor $f(z)$ recuperado de la tabla reducida en el índice (z) con un valor $f(z)^*$ que corresponde al ángulo de fase original correcto asociado con el primer filtro de correlación.

$$35 \quad f(z)^* = 9000 - f(z) \quad (\text{EC20})$$

40 Si se accede a la tabla reducida usando el índice (z_r) a partir de la ecuación 18 para hallar datos de ángulo de fase correspondientes al segundo filtro de correlación, entonces cuando y_2 es negativo, puede usarse la ecuación 21 para mapear el valor $f(z_r)$ recuperado de la tabla en el índice (z_r) con un valor $f(z_r)^*$ que corresponde al ángulo de fase original correcto asociado con el segundo filtro de correlación.

$$45 \quad f(z_r)^* = 9000 - f(z_r) \quad (\text{EC21})$$

EJEMPLOS

50 Durante el funcionamiento del detector, los siguientes ejemplos muestran diversas combinaciones de salidas ajustadas y_1 e y_2 y los ángulos de fase originales φ_1 y φ_2 resultantes en grados que pueden determinarse usando el detector la información de fase $f(z)$ y $f(z_r)$ a la que se accede a partir de la tabla reducida en los índices z , z_r calculados a partir de y_1 e y_2 .

Ejemplo 1:

$$55 \quad y_1 = 10, y_2 = 100$$

$$w_1 = 10, w_2 = 100$$

$$z = 128 \cdot 100 + 10 = 12810$$

$$z_r = 128 \cdot 10 + 100 = 1380$$

$$f(z) = f(12810) = 4214$$

$$f(z_r) = f(1380) = 286$$

$$\varphi_1 = f(z) / 50 = 84,29^\circ$$

$$5 \quad \varphi_2 = f(z_r) / 50 = 5,72^\circ$$

En este caso, las salidas ajustadas (y_1, y_2) son ambas positivas. Por tanto los datos de ángulo de fase para $f(z)$ y $f(z_r)$ a los que se accede a partir de la tabla no tienen que ajustarse por el detector.

10 Ejemplo 2:

$$y_1 = -10, y_2 = 100$$

$$w_1 = 10, w_2 = 100$$

$$z = 128 \cdot 100 + 10 = 12810$$

$$15 \quad z_r = 128 \cdot 10 + 100 = 1380$$

$$f(z) = f(12810) = 4214$$

$$f(z_r) = f(1380) = 286$$

20 En este caso, puesto que sólo y_1 es negativo, sólo el valor de la tabla para $f(z)$ debe ajustarse según la ecuación 20 como sigue:

$$f^*(z) = 9000 - f(z) = 9000 - 4214 = 4786$$

25 lo que da como resultado los siguientes ángulos de fase originales en unidades de grados.

$$\varphi_1 = f^*(z) / 50 = 95,72^\circ$$

$$\varphi_2 = f(z_r) / 50 = 5,72^\circ$$

30 Ejemplo 3:

$$y_1 = 10, y_2 = -100$$

$$w_1 = 10, w_2 = 100$$

$$z = 128 \cdot 100 + 10 = 12810$$

$$z_r = 128 \cdot 10 + 100 = 1380$$

$$35 \quad f(z) = f(12810) = 4214$$

$$f(z_r) = f(1380) = 286$$

40 En este caso, puesto que sólo y_2 es negativo, sólo debe ajustarse el valor de la tabla para $f(z_r)$ según la ecuación 21 como sigue:

$$f^*(z_r) = 9000 - f(z_r) = 9000 - 286 = 8714$$

lo que da como resultado los siguientes ángulos de fase originales en unidades de grados.

$$\varphi_1 = f(z) / 50 = 84,29^\circ$$

$$\varphi_2 = f^*(z_r) / 50 = 174,28^\circ$$

Ejemplo 4:

$$y_1 = -10, y_2 = -100$$

$$w_1 = 10, w_2 = 100$$

$$z = 128 * 100 + 10 = 12810$$

$$z_r = 128 * 10 + 100 = 1380$$

$$f(z) = f(12810) = 4214$$

$$f(z_r) = f(1380) = 286$$

En este caso, tanto y_1 como y_2 son negativos, por tanto los valores de tabla tanto para $f(z)$ como $f(z_r)$ deben ajustarse según las ecuaciones 20 y 21 como sigue:

$$f^*(z) = 9000 - f(z) = 9000 - 4214 = 4786$$

$$f^*(z_r) = 9000 - f(z_r) = 9000 - 286 = 8714$$

lo que da como resultado los siguientes ángulos de fase originales en unidades de grados.

$$\varphi_1 = f^*(z) / 50 = 95,72^\circ$$

$$\varphi_2 = f^*(z_r) / 50 = 174,28^\circ$$

En realizaciones del detector, una vez que al menos uno de los ángulos de fase originales se ha determinado para una muestra usando el método descrito anteriormente de consultar el ángulo de fase original en una tabla, el detector es operativo para mapear el ángulo de fase original con un ángulo de fase reconstruido en respuesta al cambio de signos de las salidas ajustadas (y_1, y_2).

Tal como se explicó anteriormente, el detector puede que sólo tenga que determinar el ángulo de fase original y el correspondiente ángulo de fase reconstruido para un filtro de correlación. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el detector puede ser operativo para calcular los ángulos de fase originales y los correspondientes ángulos de fase reconstruidos para ambos filtros de correlación por motivos de verificación, reparación de problemas, y/o depuración de errores.

En la realización descrita, el detector puede incluir uno o más procesadores que pueden determinar ángulos de fase reconstruidos según los métodos anteriormente descritos. Sin embargo, ha de entenderse que en realizaciones alternativas, uno o más procesadores asociados con la ATM u otra máquina que incluya el detector pueden ser operativos para determinar ángulos de fase reconstruidos según los métodos anteriormente descritos.

Además, aunque la realización descrita del detector y/o la ATM puede determinar ángulos de fase originales en respuesta a una tabla de información de fase precalculada, en realizaciones alternativas, el detector y/o la ATM pueden ser operativos para calcular los ángulos de fase originales para cada muestra usando las ecuaciones 4, 5 y/o 19.

Una realización del detector puede comprender filtros de correlación ortogonales configurados con dos filtros 152, 154 de correlación tal como se explicó anteriormente con respecto a la figura 4. Tal como se muestra en la figura 24, cada filtro de correlación puede tener un modulador 502, 504 y un filtro 506, 508 paso bajo. Tal como se explicó anteriormente, las señales de modulación o de referencia REF_1 y REF_2 alimentadas en los respectivos
 5 moduladores son de la misma frecuencia y tienen una diferencia de fase de 90 grados entre sí. En esta realización descrita, el modulador puede comprender un multiplicador analógico. De forma similar, el filtro paso bajo también puede tener otro formato y/o con diferentes órdenes (según pueda requerir la aplicación del detector), y en realizaciones alternativas puede comprender un integrador (sincronizado) (con o sin fase de retención de muestra).

La figura 25 muestra un ejemplo de un circuito que puede implementarse para su uso en una realización
 10 relativamente de bajo coste de los filtros de correlación ortogonales. En este caso, cada modulador puede implementarse con un "interruptor *chopper*" analógico controlado por conmutador, que tiene una ganancia de 0 bien +1 (conmutador cerrado) o -1 (conmutador abierto) dependiendo de si el nivel lógico de la respectiva señal de referencia (REF_1 o REF_2) es '0' o '1'. Las señales de referencia (o las señales de control de corte) son lógicas en
 15 lugar de analógicas, de modo que el multiplicador analógico, normalmente más caro, puede sustituirse por un "interruptor *chopper*" relativamente de bajo coste.

Por ejemplo, con respecto al modulador 502 del primer filtro 152 de correlación, cuando el conmutador está abierto o el nivel lógico de control de REF_1 es '0', el modulador tiene una ganancia de -1. Cuando el interruptor está cerrado, o REF_1 es '1', el modulador tiene una ganancia de 1. Una descripción funcional similar corresponde al modulador
 20 504 del segundo filtro 154 de correlación. Para mantener la "propiedad ortogonal", REF_1 y REF_2 deben ser de la misma frecuencia y estar separadas $\pi/2$ radianes (90 grados) entre sí en fase. Tal como se explica en el presente documento, se escoge que REF_2 esté retrasado respecto a REF_1 $\pi/2$ radianes; sin embargo, en realizaciones alternativas, REF_1 puede estar retrasado respecto a REF_2 en $\pi/2$ radianes.

Los filtros 506, 508 paso bajo pueden implementarse en esta realización descrita como filtros paso bajo con MFB de
 25 segundo orden con ganancia negativa. El par de polos conjugados puede situarse de modo que tenga una atenuación suficiente (por ejemplo, más de 60 dB) en la frecuencia de modulación (REF_1 y REF_2) y otras frecuencias problemáticas.

Las realizaciones descritas del aparato detector se han mostrado usadas en aparatos de aceptación de depósitos de
 30 máquinas bancarias automáticas. Sin embargo, ha de entenderse que en realizaciones alternativas, el detector puede estar incorporado en otros aparatos de manipulación de hojas tales como dispositivos de recirculación de billetes, dispositivos de manipulación de cheques, dispensadores de efectivo, impresoras, copiadoras, escáneres, ATM, o cualquier otro dispositivo que procese o transporte hojas de papel u otros materiales. Además los tipos de
 35 medios de hoja que pueden detectarse para hojas múltiples solapadas pueden incluir al menos uno de cheques, billetes, hojas de papel, documentos en papel, y/u otros elementos que puedan permitir que una onda acústica ultrasónica pase a través de los mismos.

Pueden cargarse instrucciones de software informático, usadas para hacer funcionar el detector, las máquinas
 40 bancarias automáticas y ordenadores conectados, desde medios legibles por ordenador o artículos de diversos tipos en los respectivos procesadores informáticos. Tal software informático puede estar incluido en y cargarse desde uno o más artículos tales como disquetes, CD, DVD o dispositivos de memoria de sólo lectura. Tal software también puede estar incluido en artículos tales como unidades de disco duro, cintas, unidades *flash*, y otros dispositivos de
 45 memoria no volátil. Tal software también puede almacenarse en *firmware* del detector y/o la máquina bancaria automática u otros sistemas que incluyan el detector. Otros artículos que incluyen datos representativos de las instrucciones para hacer funcionar procesadores informáticos de la manera descrita en el presente documento son adecuados para su uso para lograr el funcionamiento del detector, la máquina bancaria automática, y/u otros
 50 sistemas según las realizaciones descritas en el presente documento.

Las realizaciones del detector, máquinas bancarias automáticas y/u otros sistemas descritos en el presente
 documento se han descrito con referencia a componentes y características de software particulares. Otras realizaciones de la invención pueden incluir otros o diferentes componentes de software que proporcionen
 55 funcionalidad similar.

Por tanto el nuevo aparato y método detector ultrasónico de máquina bancaria automática logra uno o más de los
 objetivos anteriormente indicados, elimina dificultades que aparecen en el uso de dispositivos y sistemas anteriores, resuelve problemas y alcanza los resultados deseables descritos en el presente documento.

En la anterior descripción, se han usado determinados términos por motivos de brevedad, claridad y comprensión,
 60 sin embargo no han de deducirse limitaciones innecesarias de los mismos ya que tales términos se usan con fines descriptivos y está previsto que se interpreten de manera amplia. Además, las descripciones e ilustraciones en el presente documento son a modo de ejemplos y la invención no está limitada a los detalles exactos mostrados y descritos.

5 En las siguientes reivindicaciones, cualquier característica descrita como medios para realizar una función ha de interpretarse como que abarca cualquier medio conocido por los expertos en la técnica que pueda realizar la función indicada, y no se limitará a las características y estructuras mostradas en el presente documento o meros equivalentes de las mismas. La descripción de las realizaciones incluidas en el resumen incluido en el presente documento no ha de considerarse que limita la invención a las características descritas en las mismas.

10 Una vez descritas las características, descubrimientos y principios de la invención, la manera en que se construye y hace funcionar, y las ventajas y resultados útiles alcanzados; las nuevas y útiles estructuras, dispositivos, elementos, disposiciones, piezas, combinaciones, sistemas, equipos, operaciones, métodos y relaciones se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende:
 - 5 un transmisor (120) acústico operativo para transmitir una onda acústica a través de medios (102) de hoja, un receptor (122) acústico operativo para producir al menos una señal de receptor en respuesta a la onda acústica después de que la onda acústica haya pasado a través de los medios de hoja;
 - 10 un circuito (150, 152, 154) de filtro; y al menos un procesador (170) operativo en respuesta a al menos una salida del circuito de filtro para determinar datos representativos de al menos un cambio de fase de la onda acústica provocado por el paso a través de medios de hoja, en el que el al menos un procesador es operativo en respuesta a los datos determinados para determinar si los medios de hoja a través de los cuales ha pasado la onda acústica comprenden al menos uno de una hoja individual y hojas múltiples, **caracterizado porque** el circuito de filtro es operativo para filtrar la al menos una señal de receptor con respecto a dos señales de referencia que difieren en fase en sustancialmente 90 grados.
- 20 2. Aparato según la reivindicación 1, y que comprende además medios de hoja que incluyen al menos tres hojas en relación solapada, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar que los datos representativos del al menos un cambio en la fase de la onda acústica provocado por los medios de hoja es mayor que 180 grados.
- 25 3. Aparato según la reivindicación 1, y que comprende además una máquina bancaria automática dispensadora de efectivo, en el que la máquina bancaria automática incluye el transmisor acústico, el receptor acústico, el circuito de filtro, el al menos un procesador, y un dispensador de efectivo.
- 30 4. Aparato según la reivindicación 3, en el que la máquina bancaria automática incluye un transportador operativo para mover medios de hoja, en el que el al menos un procesador hace que el transportador opere en respuesta a la determinación de si los medios de hoja comprenden al menos uno de una hoja individual y hojas múltiples.
- 35 5. Aparato según la reivindicación 1, y que comprende además un aparato de manipulación de hojas, en el que el aparato de manipulación de hojas incluye el transmisor acústico, el receptor acústico, el circuito de filtro, y el al menos un procesador.
- 40 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el aparato de manipulación de hojas comprende al menos uno de un dispositivo de recirculación de billetes, un dispositivo de manipulación de cheques, un dispensador de efectivo, una impresora, una copiadora, un escáner, y una ATM.
- 45 7. Aparato según la reivindicación 1, en el que el transmisor acústico es operativo para transmitir una onda acústica a través de medios de hoja, en el que la onda acústica tiene una frecuencia ultrasónica.
- 50 8. Aparato según la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador es operativo en respuesta a las salidas primera y segunda para determinar información de fase original asociada con al menos uno de los filtros de correlación, en el que la información de fase original asociada con el al menos uno de los filtros de correlación incluye una pluralidad de valores de ángulo de fase original, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar valores de ángulo de fase reconstruido a partir de la pluralidad de valores de ángulo de fase original en respuesta a cambios en las salidas primera y segunda, en el que los valores de ángulo de fase reconstruido son representativos del cambio de fase de la onda acústica, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar si los medios de hoja corresponden a al menos uno de una hoja individual y hojas múltiples en relación solapada en respuesta a los valores de ángulo de fase reconstruido.
- 55 9. Aparato según la reivindicación 8, que comprende además un almacén de datos, en el que el almacén de datos incluye datos correspondientes a una tabla de valores precalculados de ángulo de fase original, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar los valores de ángulo de fase original en respuesta a datos correspondientes a la tabla usando un índice para la tabla, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar el índice en respuesta a las salidas primera y segunda de los filtros de correlación primero y segundo.
- 60 10. Aparato según la reivindicación 8, en el que el al menos un procesador es operativo para determinar que una primera muestra está asociada con un primer ángulo de fase reconstruido que entra dentro de un primer intervalo de ángulos de aproximadamente noventa grados, en el que el al menos un procesador es operativo para detectar un cambio en al menos una de las salidas primera y segunda que indica que un segundo ángulo de fase reconstruido posterior entra dentro de un segundo intervalo de ángulos de aproximadamente noventa grados que es

adyacente al primer intervalo, en el que el al menos un procesador es operativo en respuesta al cambio detectado para determinar el segundo ángulo de fase reconstruido posterior.

11. Método que comprende:

a) transmitir una onda acústica a través de medios de hoja que se mueven en una trayectoria, medios de hoja que comprenden o bien una hoja individual o al menos dos hojas en relación solapada;

b) producir al menos una señal de receptor en respuesta a la onda acústica, en el que al menos una parte de la al menos una señal de receptor se produce en respuesta a la onda después de haber pasado a través de los medios de hoja;

c) filtrar la al menos una señal de receptor con respecto a dos señales de referencia que difieren en fase en sustancialmente 90 grados;

d) mediante la operación de al menos un procesador, en respuesta a (c) determinar datos representativos de al menos un cambio de fase de la onda acústica provocado por la transmisión a través de los medios de hoja; y

e) mediante la operación del al menos un procesador, determinar en respuesta a los datos determinados en (d) que los medios de hoja comprenden una hoja individual o al menos dos hojas.

12. Método según la reivindicación 11, en el que en (a) los medios de hoja comprenden al menos tres hojas en relación solapada, en el que los datos determinados en (d) son representativos de que la fase de la onda acústica cambia más de 180 grados.

13. Método según la reivindicación 11, en el que en (a) una máquina bancaria automática incluye la trayectoria, en el que la máquina bancaria automática incluye un dispensador de efectivo.

14. Método según la reivindicación 11, en el que en (a) los medios de hoja comprenden al menos uno de un cheque, una hoja de papel, una hoja de billete, un documento en papel.

15. Método según la reivindicación 11, en el que en (a) la onda acústica tiene una frecuencia ultrasónica.

16. Método según la reivindicación 11, en el que en (b) al menos una parte de la al menos una señal de receptor se produce en respuesta a la onda acústica después de haber pasado a través de la trayectoria sin pasar a través de los medios de hoja.

17. Método según la reivindicación 11, en el que (c) incluye filtrar la al menos una señal de receptor con dos filtros de correlación, en el que un primer filtro de los dos filtros de correlación es operativo en respuesta a la al menos una señal de receptor y la primera señal de referencia para generar una primera salida representativa de una diferencia de fase con respecto a la al menos una señal de receptor y una primera señal de referencia, en el que un segundo filtro de los dos filtros de correlación es operativo en respuesta a la al menos una señal de receptor y una segunda señal de referencia para generar una segunda salida representativa de una diferencia de fase con respecto a la al menos una señal de receptor y la segunda señal de referencia, en el que los datos en (d) se determinan en respuesta a cambios en las salidas primera y segunda.

18. Método según la reivindicación 17, en el que (d) incluye:

determinar valores de ángulo de fase original en respuesta a las salidas primera y segunda de los filtros de correlación; y

determinar valores de ángulo de fase reconstruido a partir de los valores de ángulo de fase original en respuesta a cambios en las salidas primera y segunda, en el que los valores de ángulo de fase reconstruido son representativos de retardo de fase de la onda acústica;

en el que en (e) el al menos un procesador es operativo para determinar si los medios de hoja corresponden a una hoja individual o al menos dos hojas en relación solapada en respuesta a los valores de ángulo de fase reconstruido.

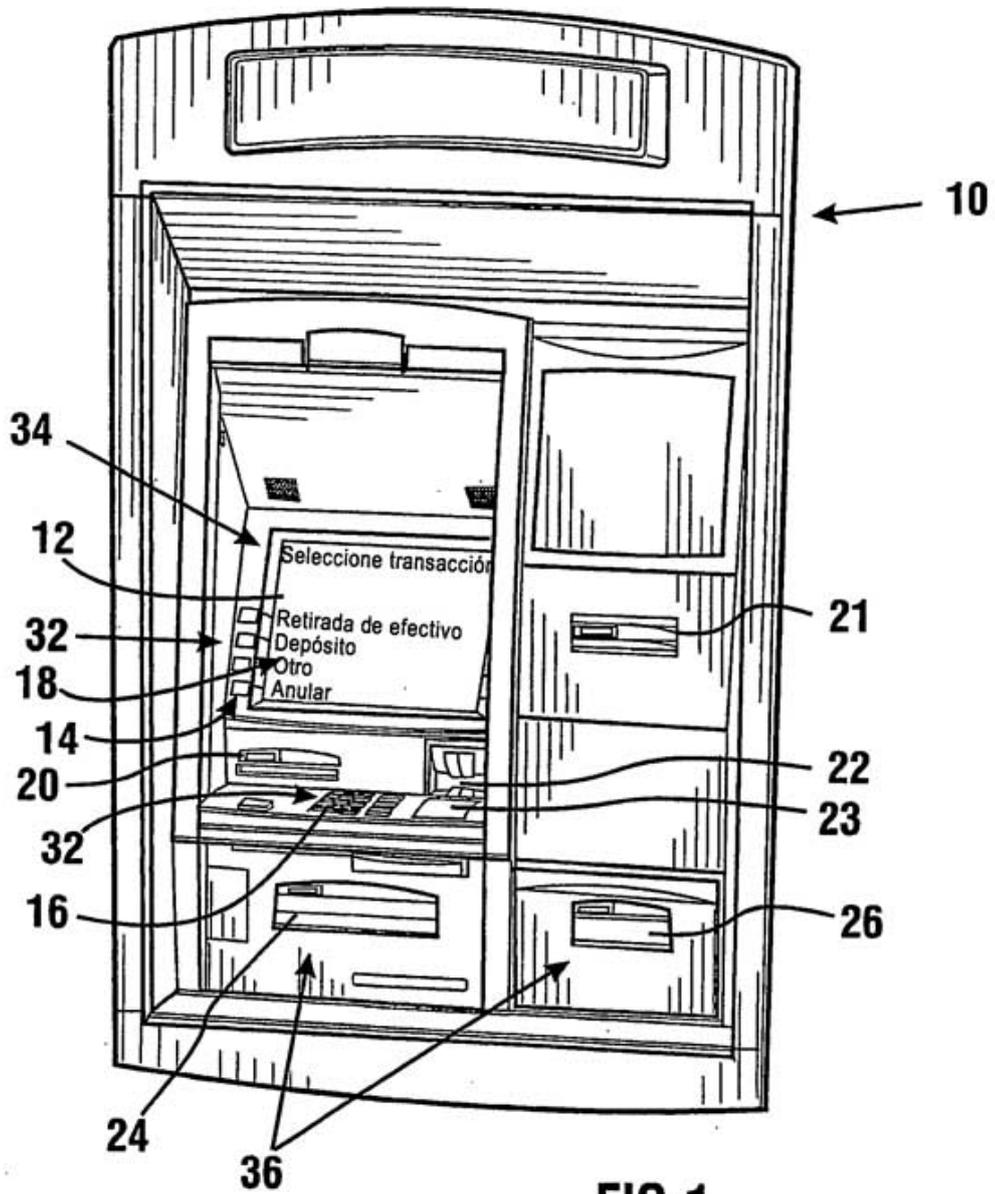
19. Método según la reivindicación 18, en el que (d) incluye además:

generar índices para una tabla de valores precalculados de ángulo de fase original en respuesta a las salidas primera y segunda de los filtros de correlación primero y segundo, en el que los valores de ángulo de fase original se determinan a partir de la tabla usando los índices.

20. Método según la reivindicación 18, en el que (d) incluye determinar que los valores de ángulo de fase en una parte de los valores de ángulo de fase original aumentan de manera secuencial desde correspondientes a un primer intervalo de ángulos de aproximadamente noventa grados hasta correspondientes a un segundo intervalo de ángulos de aproximadamente noventa grados que es adyacente al primer intervalo.

5

21. Medios legibles por ordenador que llevan instrucciones que son operativas para hacer que el al menos un procesador en un aparato de manipulación de medios de hoja haga que el aparato lleve a cabo las etapas de método indicadas en la reivindicación 11.



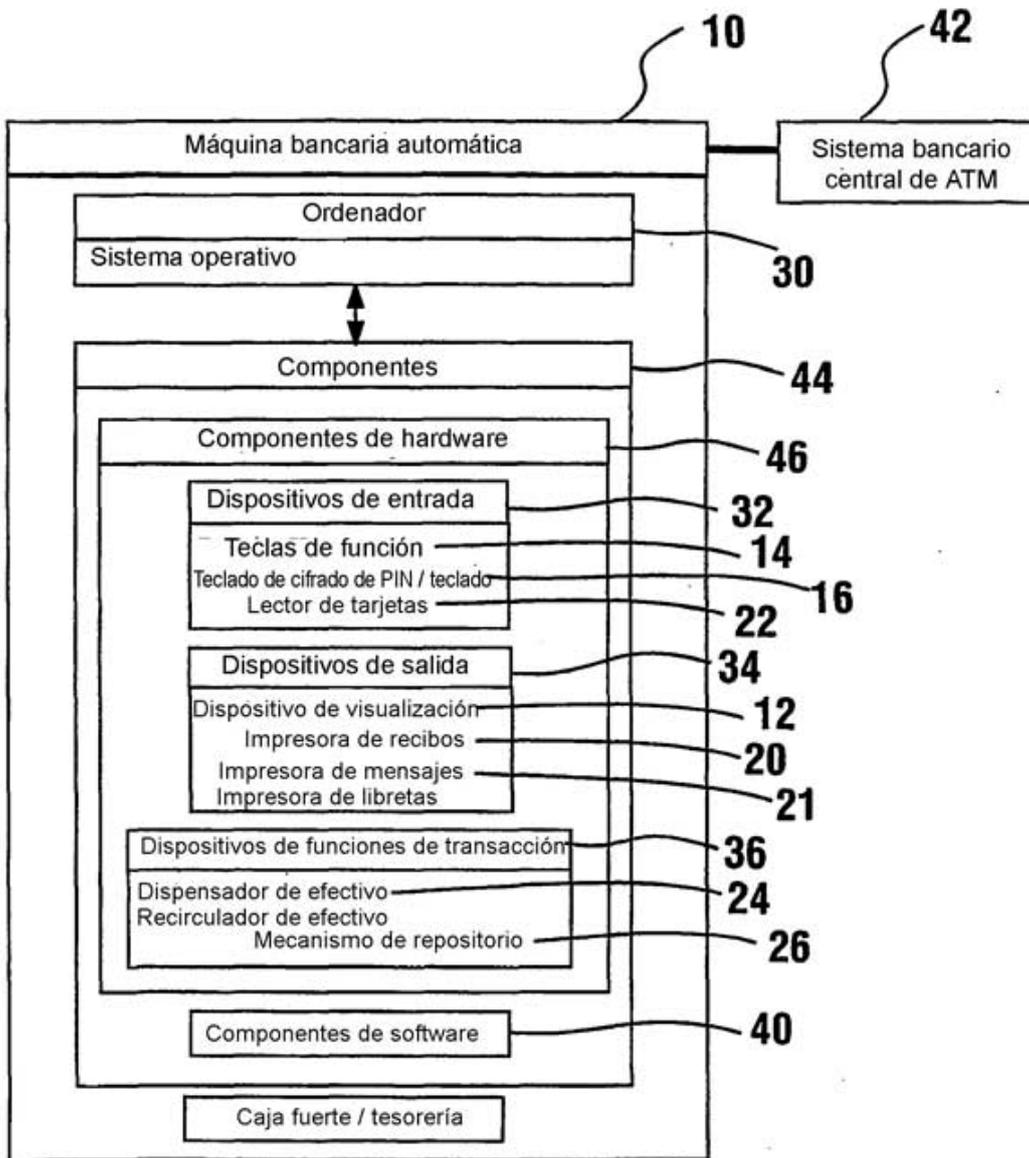


FIG-2

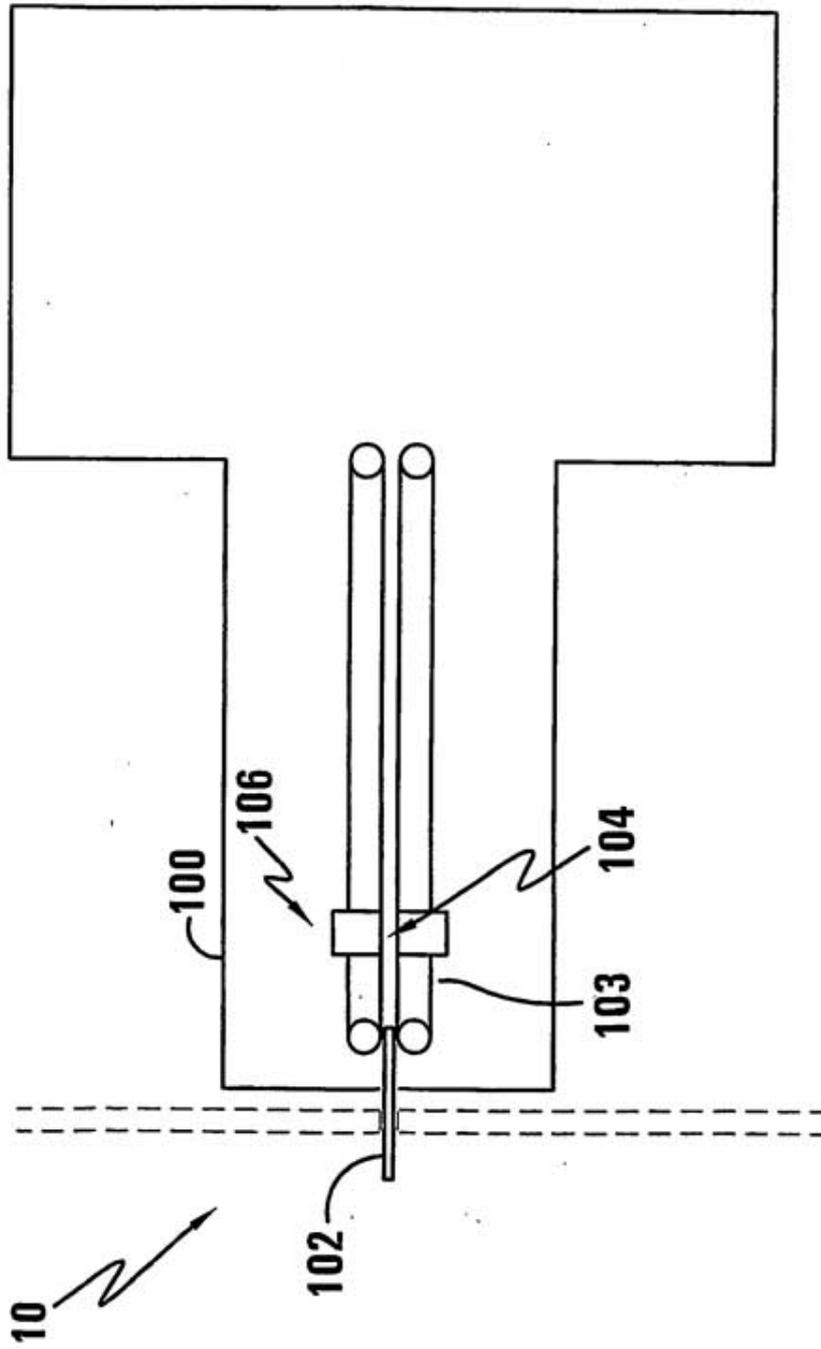
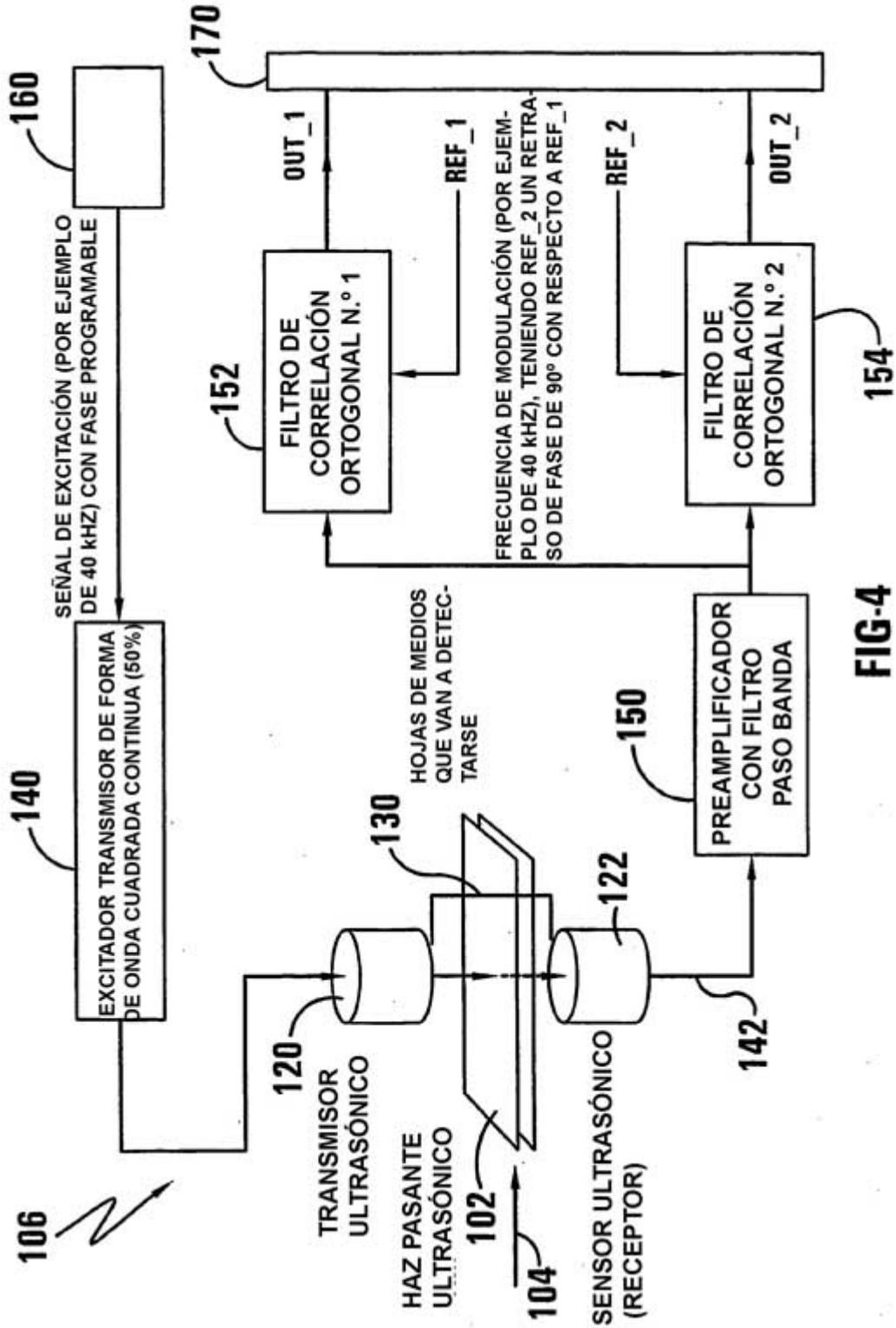


FIG-3



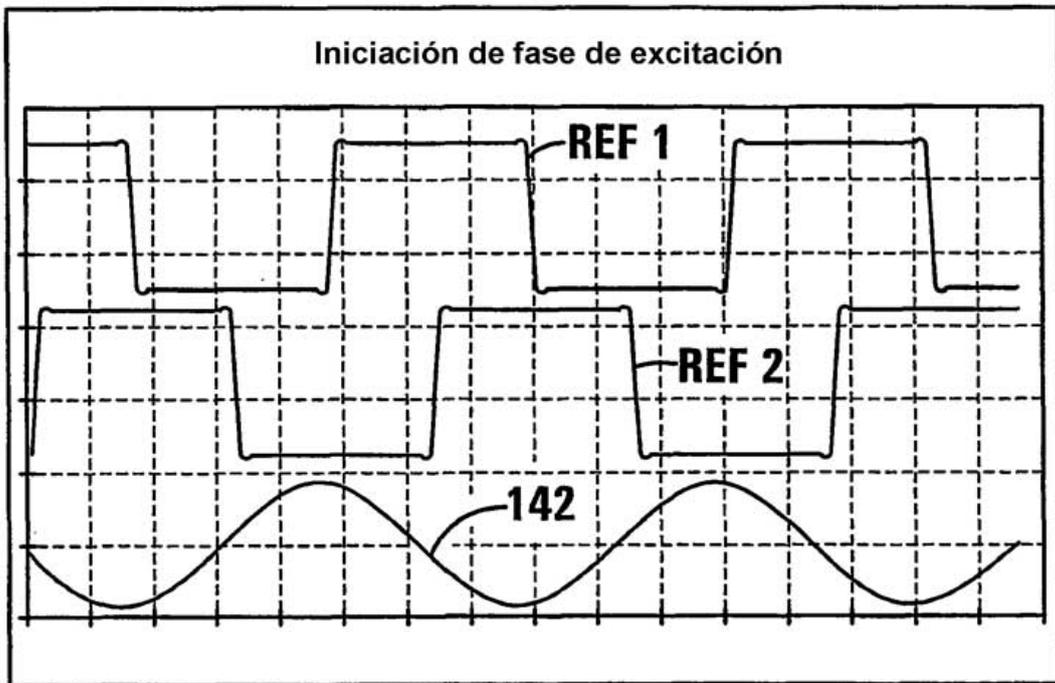


FIG-5

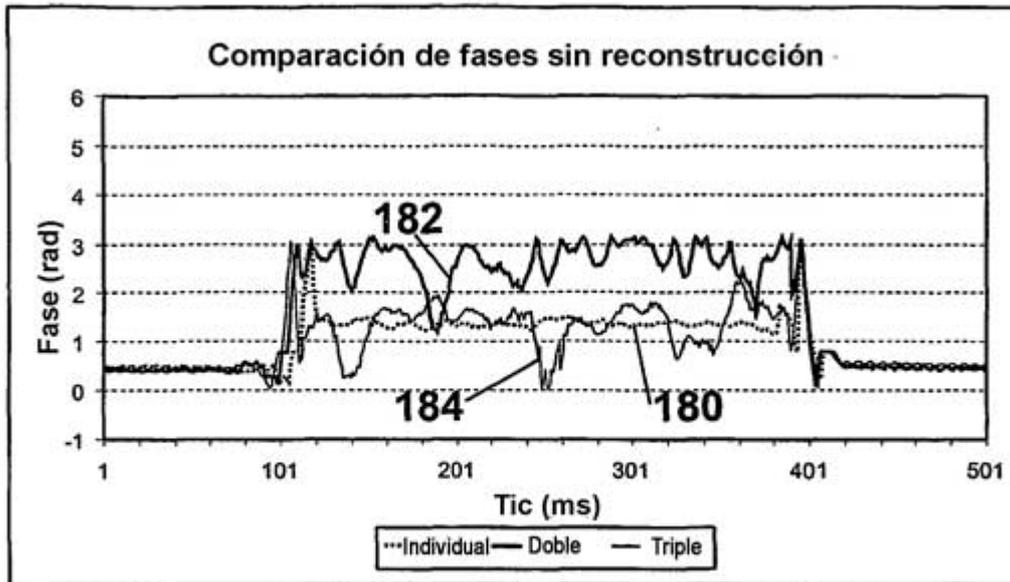


FIG-6

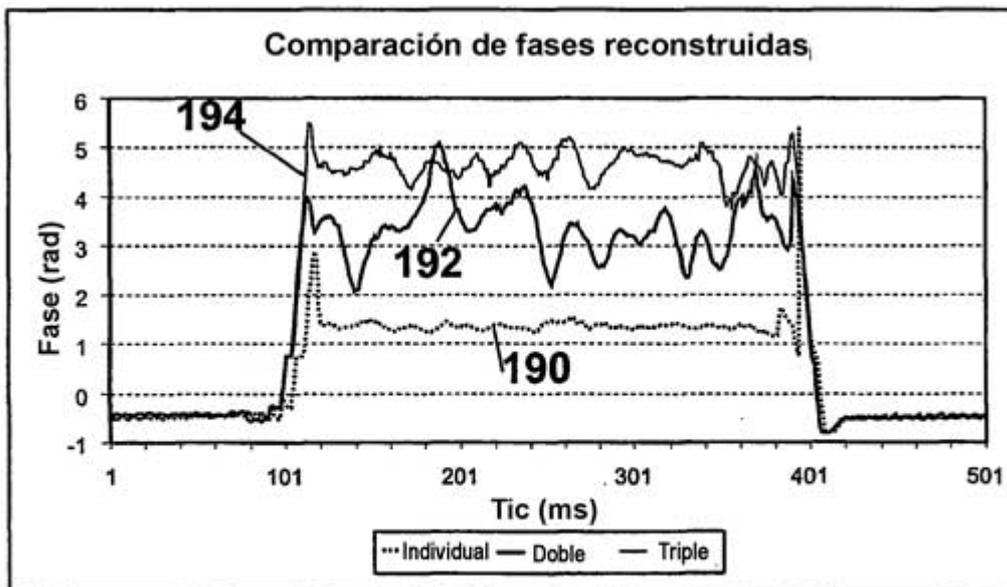


FIG-7

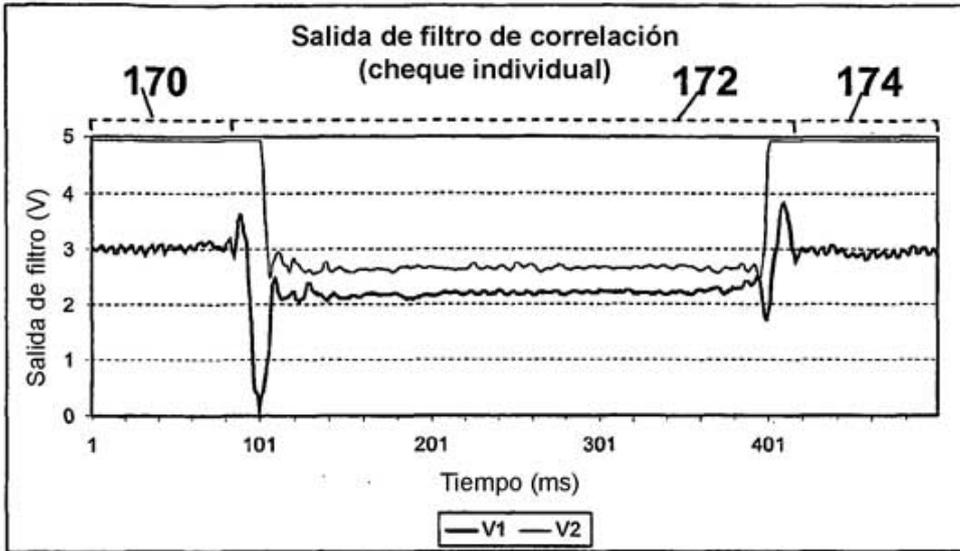


FIG-8

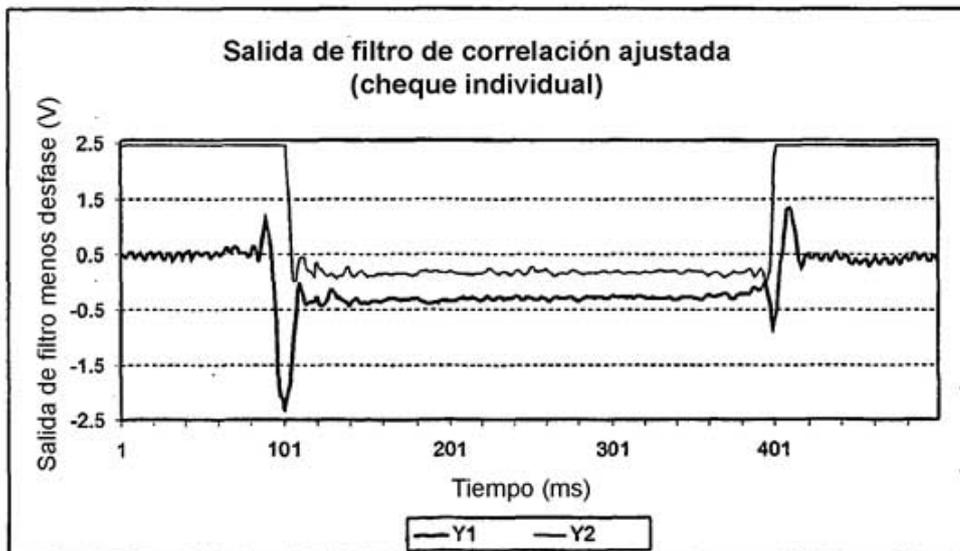


FIG-9

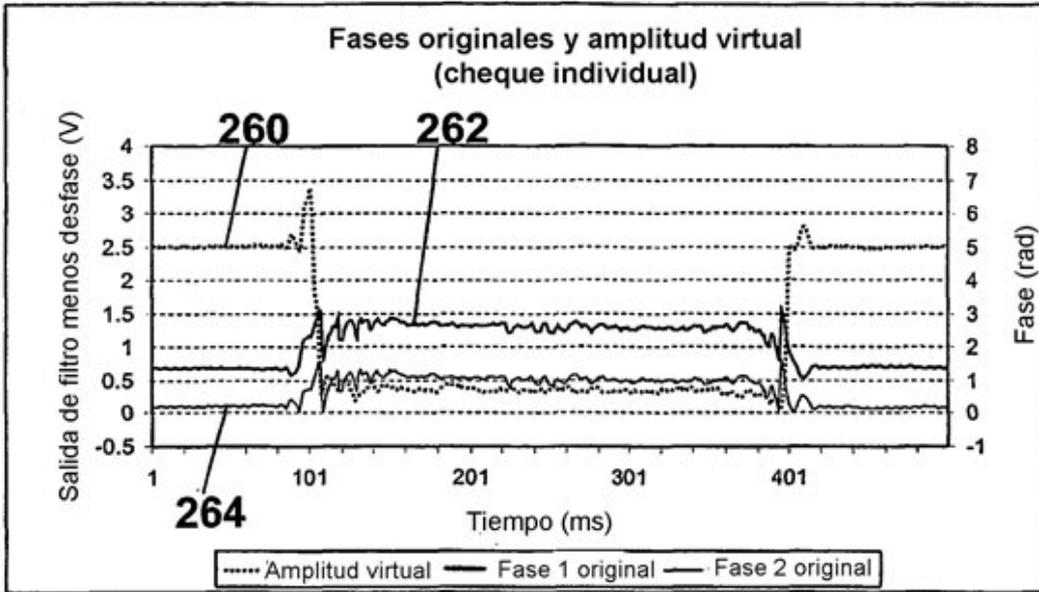


FIG-10

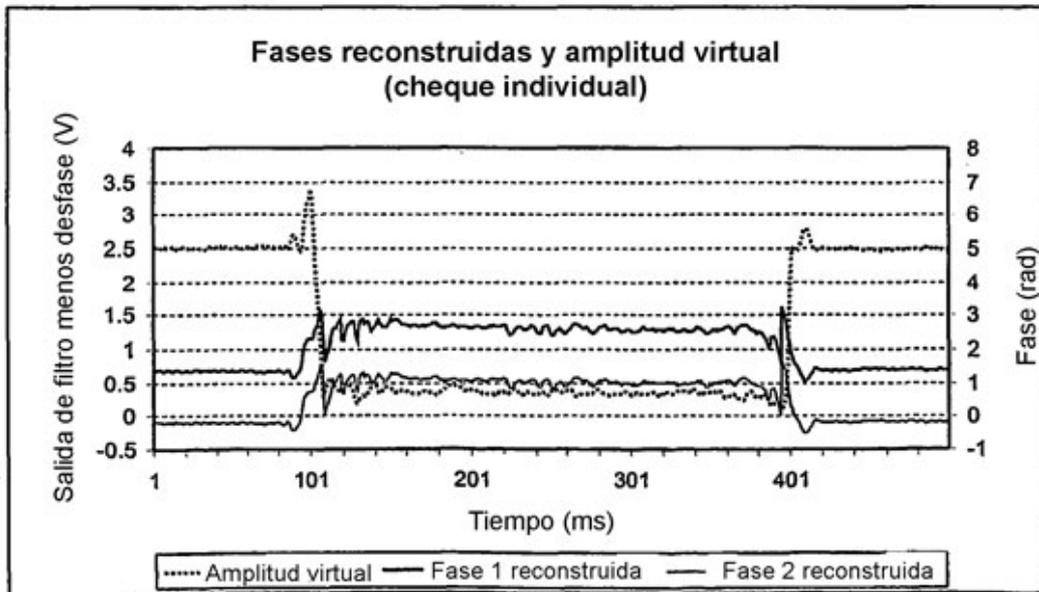


FIG-11

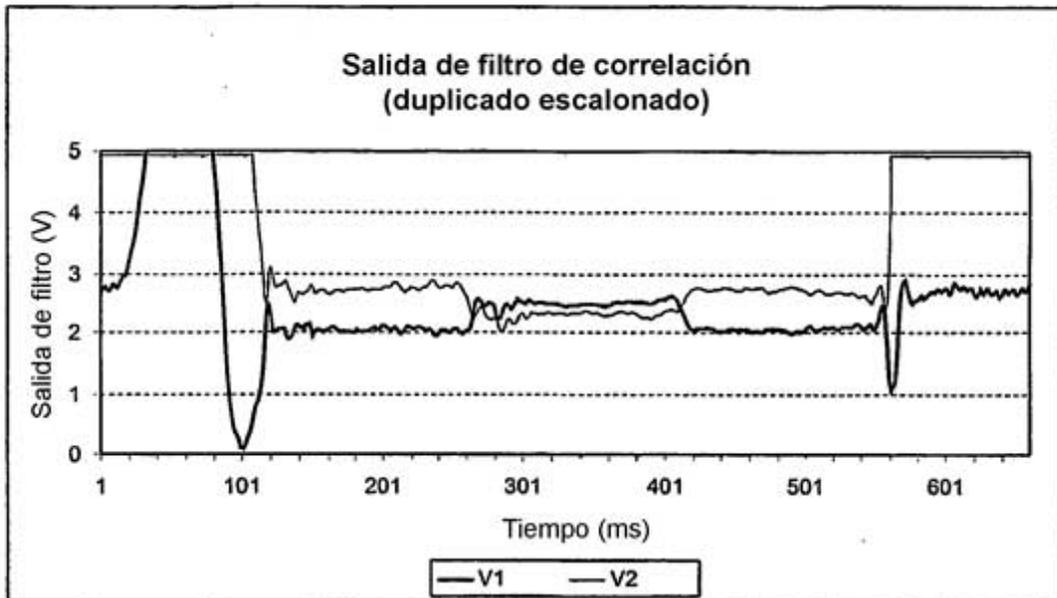


FIG-12

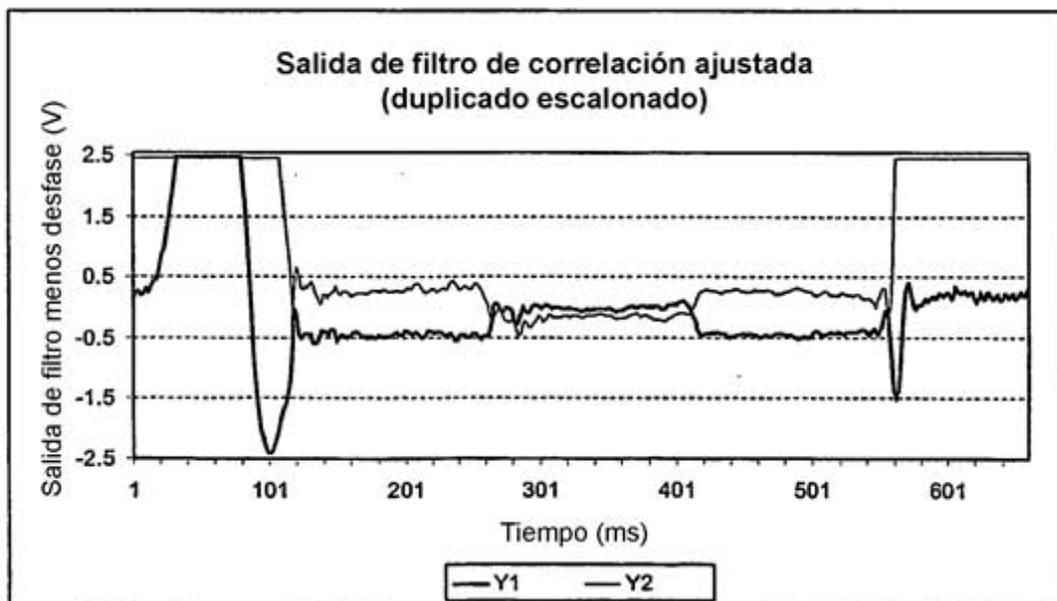


FIG-13

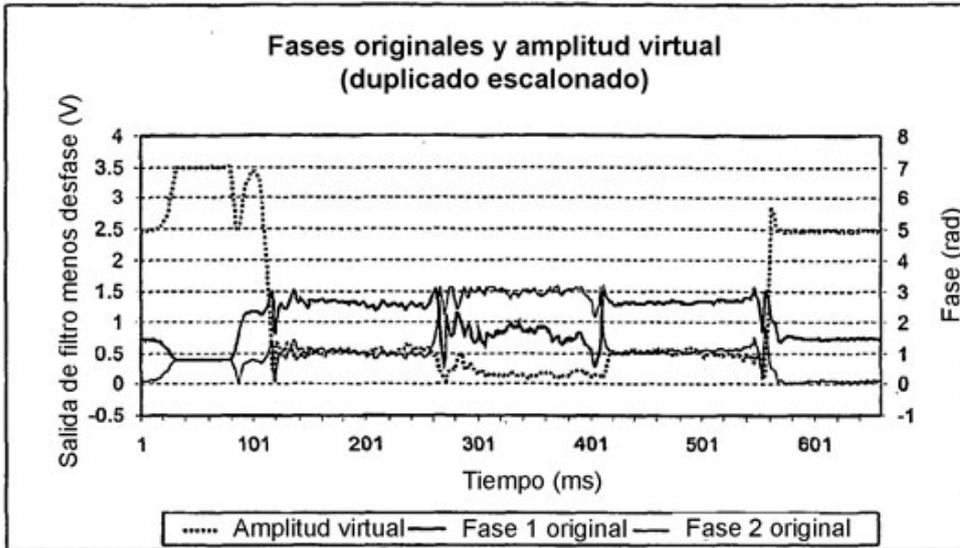


FIG-14

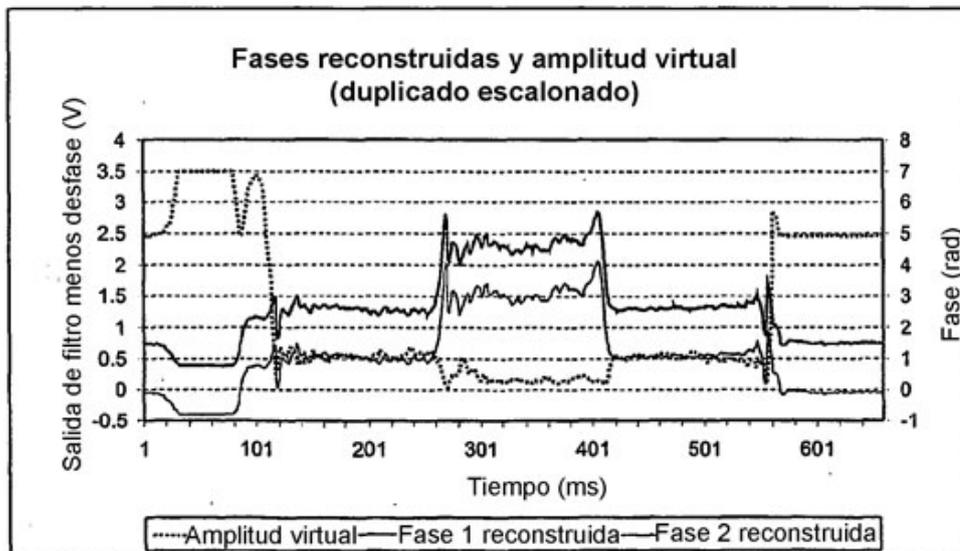


FIG-15

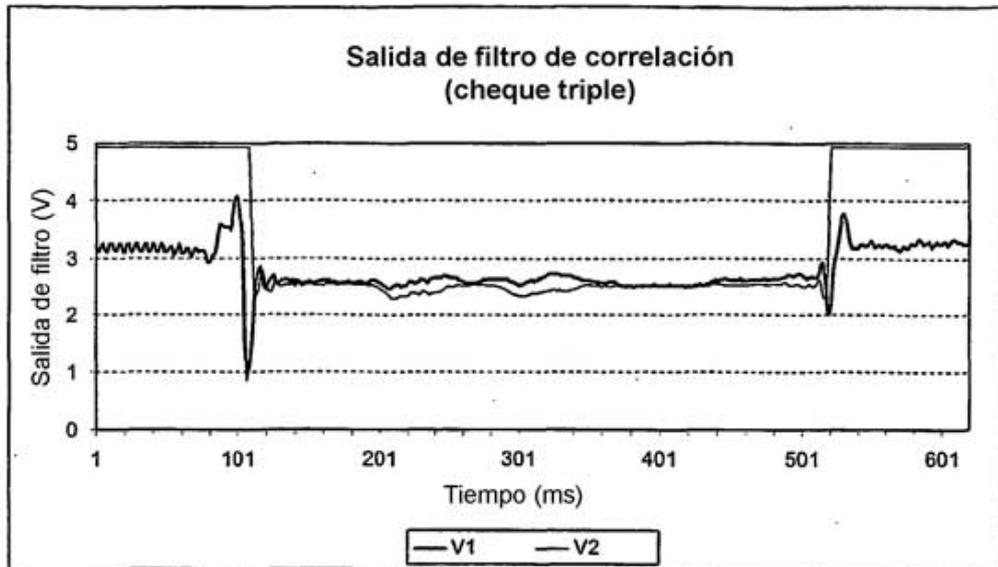


FIG-16

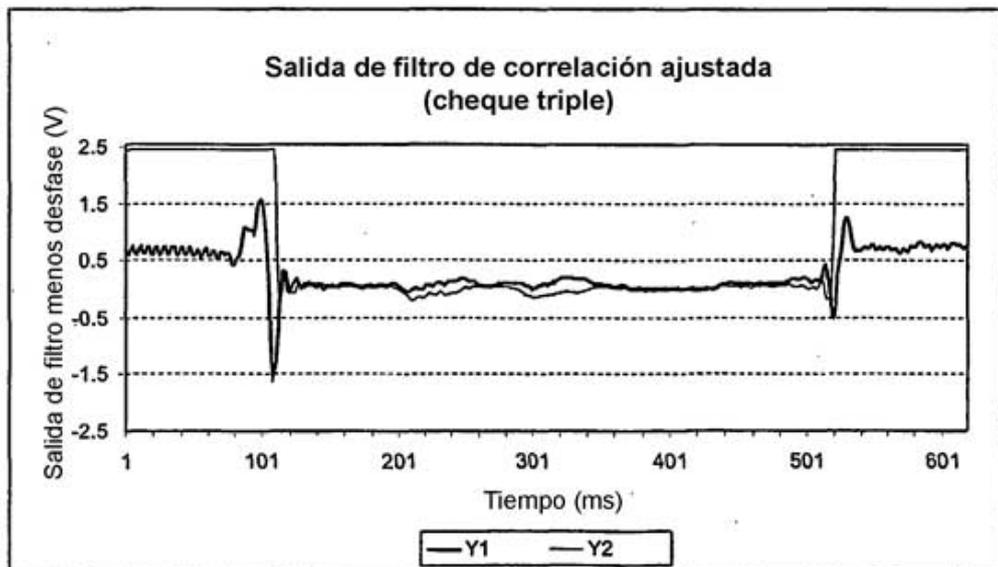


FIG-17

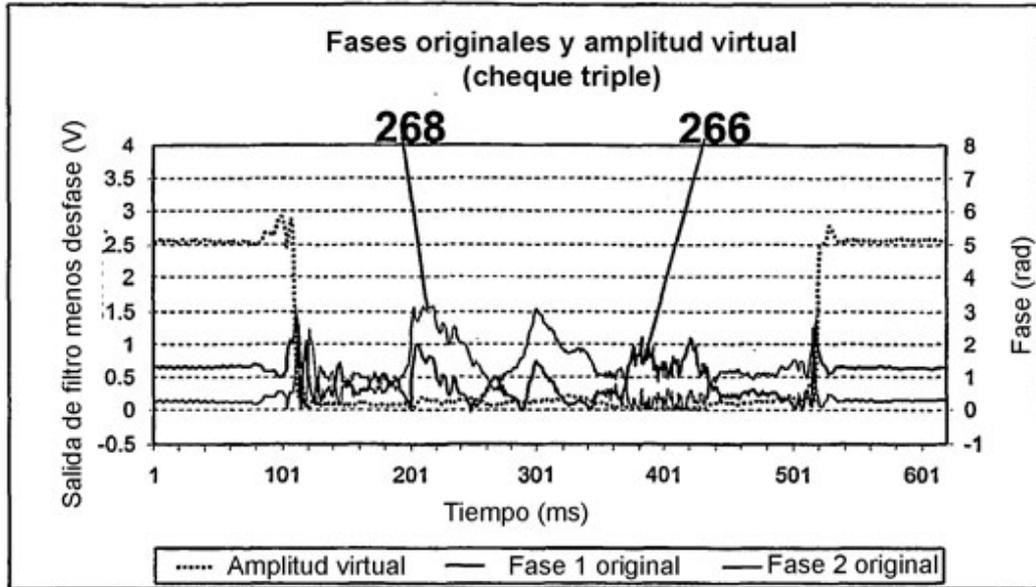


FIG-18

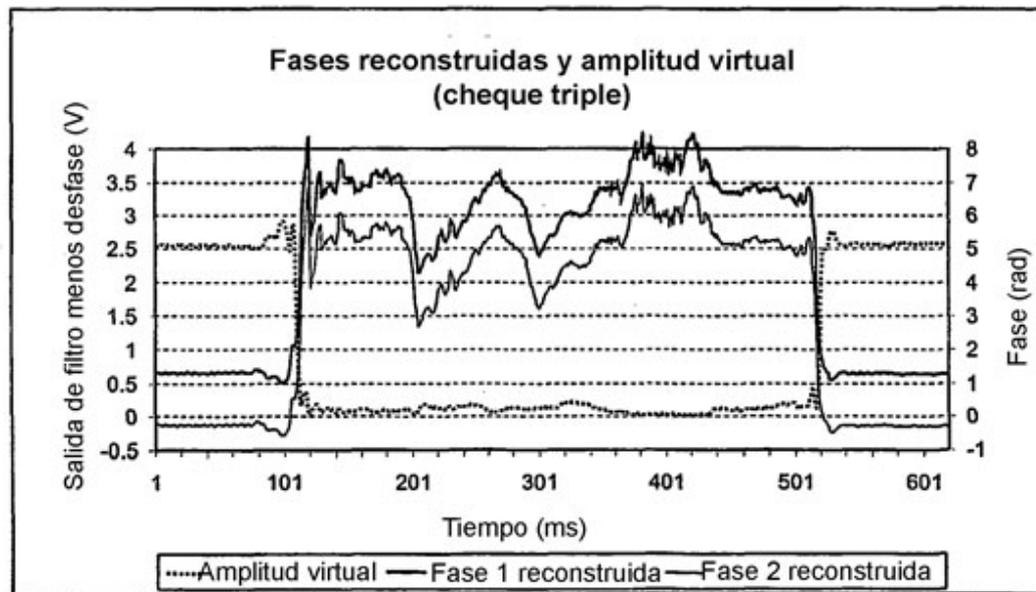


FIG-19

MUESTRA A 2 ms

300

Salidas originales		Salidas ajustadas		Amplitud virtual	Fase original		Fase reconstruida		Cuadrante	
V1	V2	Y1	Y2		PH1	PH2	PH1	PH2		Y1
3.009	4.933	0.502	2.463	2.514	1.370	0.201	1.370	-0.201	+	+

310	312	314	316	308	302	306	304	308	318	320
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

FIG-20

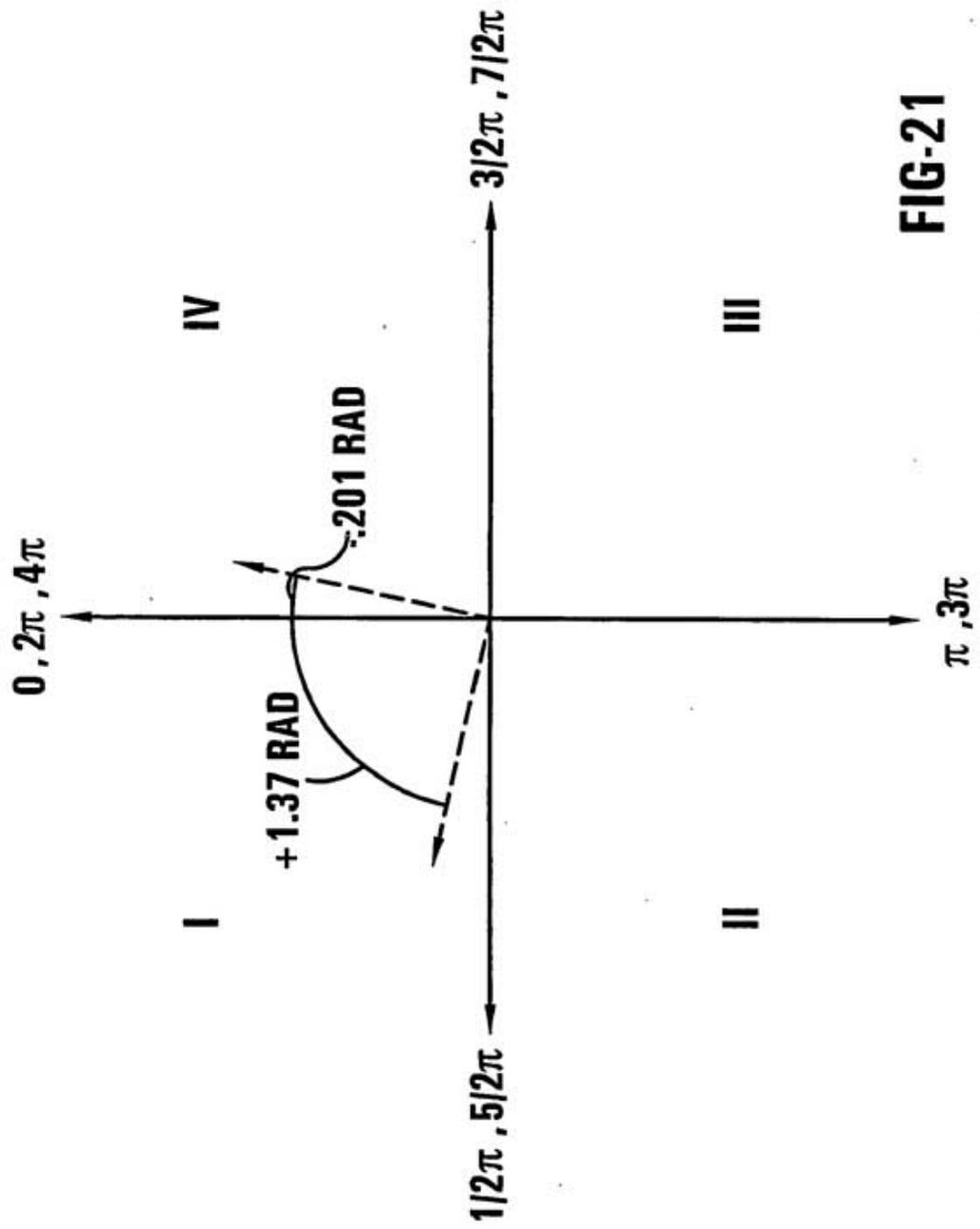


FIG-21

400

403

TABLA 1: TABLA DE RECONSTRUCCIÓN DE FASES

Cuadrante	Ciclo	Y ₁	Y ₂	Φ ₁	Φ ₂	Indicador
III ⁻¹	.1	-	-	-φ ₁	-φ ₂ - 2π	φ ₁ + φ ₂ = 3π/2
IV ⁻¹	.1	+	-	-φ ₁	-φ ₂	φ ₁ - φ ₂ = -π/2
I	0	+	+	φ ₁	-φ ₂	φ ₁ + φ ₂ = π/2
II	0	-	+	φ ₁	φ ₂	φ ₁ - φ ₂ = π/2
III	0	-	-	2π - φ ₁	φ ₂	φ ₁ + φ ₂ = 3π/2
IV	0	+	-	2π - φ ₁	2π - φ ₂	φ ₁ - φ ₂ = -π/2
I ⁺¹	1	+	+	2π + φ ₁	2π - φ ₂	φ ₁ + φ ₂ = π/2
II ⁺¹	1	-	+	2π + φ ₁	2π + φ ₂	φ ₁ - φ ₂ = π/2
III ⁺¹	1	-	-	4π - φ ₁	2π + φ ₂	φ ₁ + φ ₂ = 3π/2
IV ⁺¹	1	+	-	4π - φ ₁	4π - φ ₂	φ ₁ - φ ₂ = -π/2
I ⁺²	2	+	+	6π - φ ₁	4π - φ ₂	φ ₁ + φ ₂ = π/2

408

402

404

406

480

482

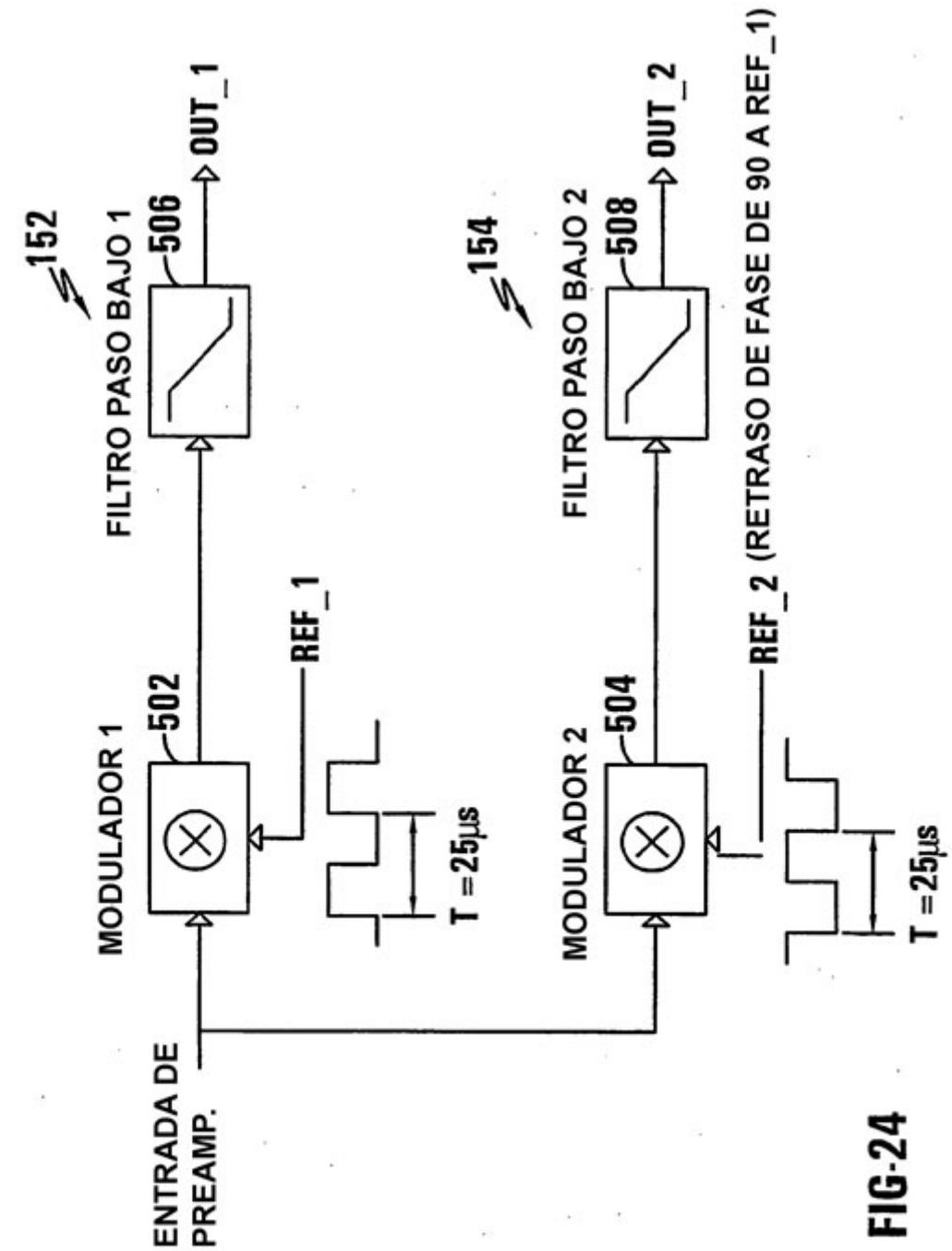
484

420

FIG-22

Tiempo(ms)	Salidas originales		Salidas -ajustadas		Amplitud virtual	Fase original		Fase reconstruida		Signos Cuadrante		
	V1	V2	Y1	Y2		PH1	PH2	PH1	PH2	Y1	Y2	
102	3.858	4.923	1.351	2.454	2.801	1.067	0.503	1.067	-0.503	+	+	I
103	3.683	4.930	1.175	2.461	2.727	1.125	-0.446	1.125	-0.446	+	+	I
104	3.394	4.933	0.887	2.463	2.618	1.225	-0.346	1.225	-0.346	+	+	I
105	2.825	4.923	0.118	2.454	2.456	1.523	-0.048	1.523	-0.048	+	+	I
106	1.612	4.928	-0.895	2.459	2.616	1.920	0.349	1.920	0.349	-	-	II
107	1.253	4.928	-1.254	2.459	2.760	2.043	0.472	2.043	0.472	-	-	II
108	0.989	4.923	-1.518	2.454	2.885	2.125	0.554	2.125	0.554	-	-	II
109	1.084	4.928	-1.423	2.459	2.841	2.095	0.525	2.095	0.525	-	-	II
110	1.233	4.532	-1.274	2.063	2.425	2.124	0.553	2.124	0.553	-	-	II
111	1.468	3.346	-1.039	0.876	1.359	2.441	0.870	2.441	0.870	-	-	II
112	1.844	2.667	-0.663	0.197	0.692	2.853	1.282	2.853	1.282	-	-	II
113	2.266	2.349	-0.241	-0.120	0.269	2.679	2.034	3.605	2.034	-	-	II
114	2.596	2.332	0.089	-0.137	0.164	0.997	2.568	5.286	3.715	-	-	III
115	2.801	2.449	0.294	-0.020	0.295	0.068	1.639	6.215	4.644	+	-	IV
116	2.830	2.650	0.323	0.180	0.370	0.508	1.062	6.792	5.221	+	+	IV
117	2.723	2.767	0.216	0.297	0.367	0.943	0.628	7.226	5.656	+	+	I+I
118	2.576	2.779	0.069	0.310	0.317	1.351	0.220	7.634	6.063	+	+	I+I
119	2.488	2.659	-0.019	0.190	0.191	1.669	0.098	7.952	6.381	-	+	II+I
120	2.466	2.540	-0.041	0.070	0.081	2.096	0.525	8.379	6.808	-	+	II+I
121	2.515	2.479	0.008	0.009	0.012	0.844	0.727	7.127	5.556	+	+	I+I
122	2.554	2.410	0.047	-0.059	0.076	0.897	2.468	5.386	3.815	+	-	IV
123	2.601	2.405	0.094	-0.064	0.113	0.600	2.171	5.683	4.112	+	-	IV
124	2.628	2.405	0.121	-0.064	0.136	0.489	2.059	5.795	4.224	+	+	IV
125	2.664	2.427	0.157	-0.042	0.163	0.262	1.833	6.021	4.451	+	+	IV
126	2.694	2.501	0.186	0.031	0.189	0.166	1.405	6.449	4.878	+	+	I+I
127	2.635	2.562	0.128	0.092	0.158	0.625	0.946	6.908	5.337	+	+	I+I
128	2.567	2.549	0.059	0.080	0.100	0.932	0.639	7.215	5.644	+	+	I+I

FIG-23



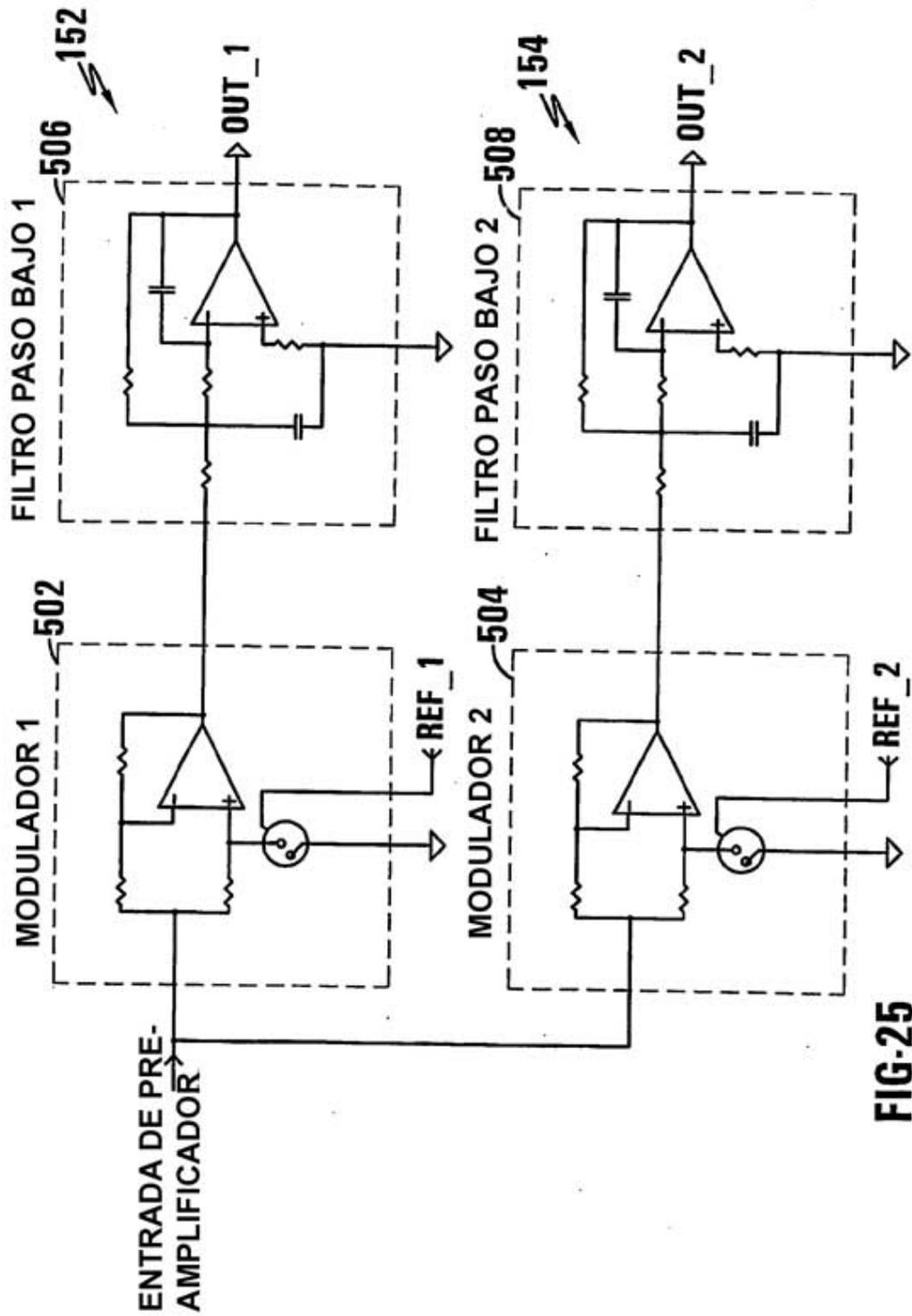


FIG-25