



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 752**

51 Int. Cl.:
G07D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **97949659 .3**

96 Fecha de presentación : **14.11.1997**

97 Número de publicación de la solicitud: **1021788**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.07.2000**

54 Título: **Aparato universal para determinar la denominación y validar los billetes de banco.**

30 Prioridad: **15.11.1996 US 749260**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.11.2009

73 Titular/es: **Diebold SST Holding Company, Inc.**
5995 Mayfair Road
North Canton, Ohio 44720, US
Diebold Holding Company, Inc.

72 Inventor/es: **Laskowski, Edward, L.**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 328 752 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 universal para determinar la denominación y validar los billetes de banco.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a dispositivos para la identificación del tipo y la validez de documentos. Específicamente, la presente invención se refiere a un dispositivo para identificar la denominación y la autenticidad de los billetes de banco.

10 **Antecedentes de la técnica**

15 Anteriormente ya se han desarrollado numerosos dispositivos para identificar documentos y determinar su autenticidad. En los documentos US nº 3.922.557, US nº 5.367.577 y WO93/23824 se describen ejemplos de tales dispositivos. Similarmente, se han desarrollado con anterioridad dispositivos para determinar la autenticidad de divisas y billetes de banco. Tales dispositivos normalmente comprueban diferentes propiedades del efecto presentado y, basándose en las propiedades detectadas, proporcionan una indicación de la denominación y/o la autenticidad del billete presentado. Todos estos dispositivos de la técnica anterior presentan limitaciones.

20 Muchos dispositivos de la técnica anterior requieren una alineación exacta del billete durante la detección de sus propiedades. Esto exige que el dispositivo comprenda un mecanismo para alinear los billetes y, con frecuencia, limita la velocidad a la cual pueden procesarse los billetes. Además, algunos dispositivos requieren que los billetes sean presentados en una orientación determinada cuando son detectados. Este hecho limita su utilidad, ya que a menudo los billetes no se presentan en una orientación uniforme.

25 Un gran número de los dispositivos de la técnica anterior para determinar la denominación y la validez de los billetes sólo pueden procesar un número reducido de tipos de billete, con el inconveniente de que no pueden procesarse otros tipos de billete. Generalmente, tales dispositivos de la técnica anterior también estén diseñados para ser utilizados con un único tipo de divisa, por ejemplo la divisa de un país determinado. Con frecuencia, resulta difícil o imposible 30 adaptar tales dispositivos para tratar divisas de otros países, que presentan propiedades físicas diferentes. Por otra parte, puede resultar difícil adaptar tales dispositivos a nuevas series de impresión de billetes del mismo país.

35 Muchos de los dispositivos de la técnica anterior también tienden a dejar pasar billetes falsos. Cada vez resulta más fácil efectuar reproducciones falsas de billetes de gran exactitud. Imitando las propiedades de un billete comprobado mediante dispositivos para determinar la denominación y validadores de la técnica anterior, con frecuencia resulta posible que se acepten billetes falsificados.

40 Para minimizar el riesgo de la aceptación de falsificaciones, con frecuencia, en los dispositivos de la técnica anterior puede ajustarse más estrechamente el rango de los criterios de aceptación. No obstante, en los billetes de banco en circulación las propiedades cambian muy rápidamente debido al uso. Los billetes se ensucian o son marcados con tinta u otras sustancias. También pueden decolorarse por haber sido lavados por error junto con la ropa o haber estado expuestos a agua o a la luz solar. Los dispositivos para determinar la denominación y validadores de billetes de la técnica anterior pueden rechazar billetes válidos que presenten estas propiedades si los criterios de aceptación se han 45 ajustado de forma excesivamente restringida.

Además, los dispositivos para determinar la denominación y validadores de billetes normalmente disponibles resultan difíciles de programar y calibrar. Tales dispositivos, particularmente si deben disponer de la capacidad de tratar más de un tipo de billetes, pueden requerir un esfuerzo importante de instalación y programación. Por otra parte, tales dispositivos pueden necesitar un calibrado inicial y frecuentemente recalibrados y ajustes periódicos para mantener un 50 nivel de exactitud adecuado.

Los dispositivos para determinar la denominación y validadores de la técnica anterior, especialmente los que presentan capacidades superiores, con frecuencia ocupan un espacio físico importante, lo cual limita los lugares en los que pueden instalarse. Además, tales dispositivos con frecuencia presentan un coste relativamente elevado que limita 55 sus posibilidades para usos y aplicaciones particulares.

Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo para determinar la denominación y validador de billetes de banco más exacto, con mayores capacidades, más rápido, de tamaño más reducido y más económico.

60 **Exposición de la invención**

En las reivindicaciones adjuntas se definen los aspectos de la invención.

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete.

65 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete que opera de forma rápida.

ES 2 328 752 T3

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que no requiere que el billete presente una alineación u orientación específicas.

5 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que identifica billetes que presentan diversas condiciones de desgaste y envejecimiento.

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que es capaz de tratar una amplia variedad de tamaños y tipos de billete de banco.

10 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que puede ser instalado rápidamente para poder utilizarlo.

15 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que es de tamaño compacto.

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que presenta un coste reducido de utilización y de fabricación.

20 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato que indica la identidad de un billete y que es fiable.

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un tipo asociado con un billete.

25 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un tipo asociado con un billete que es exacto.

Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un billete, que es capaz de identificar billetes que presentan diversas condiciones de desgaste y envejecimiento.

30 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un billete que puede utilizarse con una amplia variedad de billetes en diversas orientaciones.

35 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un billete que puede realizarse rápidamente mediante un circuito de control.

40 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un procedimiento para identificar un billete que puede utilizarse para identificar billetes que no se encuentran alineados coherentemente o en una orientación específica.

45 Según una forma de realización de la invención, puede disponerse un aparato y un procedimiento para obtener una indicación del tipo de billete. El aparato puede utilizarse para obtener señales indicativas de la denominación de un billete de banco. Este aparato también puede proporcionar una indicación de la orientación y/o de la autenticidad del billete.

Puede utilizarse una forma de realización de la invención en conexión con un transporte para desplazar billetes. Puede disponerse una pluralidad de sistemas de detección de puntos separados en dirección transversal a la del desplazamiento de los billetes en el transporte.

50 Pueden utilizarse tres sistemas de detección de puntos, aunque otras formas de realización de la invención pueden comprender otras cantidades de sistemas de esta clase.

55 Cada sistema puede comprender una fuente de radiación que incluya una pluralidad de emisores. Cada emisor puede generar radiación a una longitud de onda diferente. Según una forma de realización de la invención se utilizan cuatro emisores. Generalmente los emisores pueden abarcar el rango de luz visible, así como de luz infrarroja. Según una forma de realización de la invención, los emisores de cada sistema comprenden emisores de luz roja, verde, azul e infrarroja. Cada uno de los emisores de un sistema puede estar destinado a iluminar una marca de un billete que pasa.

60 Cada sistema de detección de puntos comprende un primer detector. El primer detector puede situarse en un primer lado del billete cuando éste pasa en el transporte. El primer detector puede situarse en posición centrada respecto a los emisores. El primer detector puede detectar radiación procedente de los emisores reflejada desde los puntos de prueba del billete.

65 Cada sistema comprende también un segundo detector. El segundo detector está situado en un segundo lugar del billete opuesto al primer detector. El segundo detector puede detectar radiación procedente de cada emisor que pasa por los puntos de prueba del billete.

ES 2 328 752 T3

El aparato comprende un circuito en conexión operativa con una memoria de datos. El circuito puede ser operable para activar cada uno de los emisores de cada sistema de detección de puntos en una secuencia. Según una forma de realización de la invención, la secuencia hace que todos los emisores del mismo tipo produzcan radiación simultáneamente, mientras que los demás tipos de emisor están desconectados. Alternativamente, la secuencia puede hacer que los emisores de los sistemas de detección de puntos se conecten en tiempos diferentes. No obstante, en una forma de realización sólo se encuentra activo un emisor de cada sistema de detección de puntos a la vez, mientras se están leyendo los sensores. Los emisores pueden activarse en secuencia de forma continua.

Las secuencias de emisores pueden repetirse numerosas veces cuando pasa el billete en el transporte adyacente a los sistemas de detección de puntos. Como resultado, pueden detectarse tres conjuntos de puntos de prueba dispuestos en una línea en cada billete que pasa.

Para cada punto de prueba, el primer detector que detecta reflexión puede producir una primera señal de respuesta a cada emisor. Cada primera señal puede ser representativa de la cantidad de radiación procedente de un emisor correspondiente reflejada desde el punto de prueba. Análogamente, el segundo detector puede producir señales de respuesta a la cantidad de luz procedente de cada emisor transmitida a través del punto de prueba del billete.

El circuito puede ser operativo para recibirla primera y la segunda señales del primer y segundo detectores respectivamente, y para generar valores de reflectancia y transmisión como respuesta a la misma. Para cada marca de comprobación pueden generarse cuatro valores de reflectancia y cuatro valores de transmisión. Análogamente, para cada fila de tres puntos de prueba en el billete examinada simultáneamente por tres sistemas de detección de puntos, pueden generarse doce valores de reflectancia y doce valores de transmisión. Según una forma de realización de la invención, generalmente pueden detectarse aproximadamente 29 filas de puntos de prueba cuando el billete se desplaza pasando por los sistemas de detección de puntos. Esto puede dar como resultado que el circuito genere aproximadamente 348 valores de reflectancia y 348 valores de transmisión por billete.

Los valores de la memoria de datos pueden corresponder a valores de reflectancia y transmisión para diversos tipos de billete en diversas orientaciones y posiciones espaciales. El circuito puede ser operativo para generar conjuntos de valores almacenados a partir de los valores de la memoria de datos. Los conjuntos de valores almacenados pueden generarse basándose en el ángulo de desalineación del billete, que se detecta cuando pasa por los sistemas de detección. El circuito puede generar numerosos conjuntos de valores almacenados, cada uno de los cuales corresponde a un billete, una denominación, una orientación del billete y una posición del billete determinados.

El circuito puede ser operativo para calcular valores representativos de los niveles de correlación entre el conjunto de valores detectados de reflectancia y transmisión para el billete, y cada uno de los conjuntos de valores almacenados. Comparando el nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y los conjuntos de valores almacenados puede determinarse el valor de máxima correlación. El nivel máximo de correlación será con un valor almacenado que corresponde a la denominación y orientación específicas del billete que pasa por el transporte generando el valor detectado. El circuito puede ser operativo para generar una señal indicativa del tipo de billete que identifica.

Según una forma de realización de la invención, el circuito puede ser operativo para comparar el valor de correlación máxima con un valor umbral. Incluso los billetes deteriorados y maltratados presentan un nivel de correlación relativamente elevado con un conjunto de valores almacenado para el tipo correcto de billetes. No obstante, si el nivel de correlación no supera el umbral establecido, el billete no será identificable, o puede ser una falsificación, o ser identificado como no apto para ser reutilizado. El circuito puede generar señales indicativas de estas condiciones.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un esquema de una forma de realización preferida del aparato para identificar billetes de la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática isométrica de tres sistemas de detección de puntos que detectan puntos de prueba en un billete en movimiento.

La figura 3 es una vista esquemática de un sistema de detección de puntos.

La figura 4 es una representación esquemática que muestra el modo en que un conjunto de valores de datos detectados en un billete de prueba se correlaciona con conjuntos de valores previamente almacenados para una pluralidad de denominaciones y orientaciones del billete durante el funcionamiento del aparato de la presente invención.

La figura 5 es una representación esquemática que muestra el cálculo de un valor representativo del nivel de correlación entre un conjunto de valores de datos detectados y un conjunto de valores de datos almacenado para un tipo de billete específico.

La figura 6 es una representación esquemática de datos detectados a partir de tres sistemas de detección de puntos y el cálculo de un valor representativo de un nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y un conjunto de valores almacenados.

ES 2 328 752 T3

La figura 7 es una representación esquemática de valores almacenados en una memoria de datos de la forma de realización preferida de la invención, y el modo en que estos datos se correlacionan con un conjunto de valores detectados.

5 La figura 8 es una vista esquemática de un billete que pasa a través del aparato de la presente invención en posición desalineada.

La figura 9 es una representación esquemática de datos generados por el circuito según la invención como respuesta a señales procedentes de los sistemas de detección de puntos para el billete desalineado representado en la figura 8.

10 La figura 10 es una representación tabular de los datos representados en la figura 9 desplazados para calcular un valor representativo del nivel de correlación.

15 La figura 11 es una representación esquemática que muestra el modo en que los datos de valores detectados en un billete desalineado se correlacionan con datos almacenados en la memoria de datos de la invención.

La figura 12 es una representación esquemática que muestra las etapas de la secuencia de correlación efectuada en la forma de realización preferida de la presente invención.

20 La figura 13 es una vista esquemática del circuito de control de la forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 14 es una representación gráfica de señales de reflectancia obtenidas a partir de sistemas de detección de puntos dispuestos transversalmente para un billete desalineado, siendo utilizadas las señales por el circuito de control para determinar el ángulo de desalineación.

La figura 15 es una vista esquemática de un billete desalineado y tres sistemas de detección de puntos dispuestos transversalmente que corresponde a los datos mostrados gráficamente en la figura 14.

30 **Mejores modos de poner en práctica la invención**

Haciendo referencia a los dibujos, y particularmente a la figura 1, dicha figura representa una forma de realización preferida de un aparato de la presente invención identificado en general con la referencia 10. El aparato comprende un transporte de billetes 12. El transporte 12 es preferentemente un transporte de tipo cinta que desplaza hojas tales como billetes de banco de uno en uno desde una entrada 14 a una salida 16. Las hojas, por ejemplo billetes, se desplazan en el transporte 12 en una dirección del billete indicada por la flecha A.

El aparato de la presente invención también comprende una pluralidad de sistemas detectores de puntos 18. La forma de realización preferida de la invención comprende tres sistemas de detección separados entre sí en la dirección transversal a la dirección de desplazamiento del billete (ver figura 3).

Cada uno de los sistemas de detección de puntos comprende un detector de reflectancia, representado de forma esquemática 20. Cada sistema de detección de puntos 18 comprende también un detector de transmisión representado de forma esquemática 22. Como indica la figura 1, el detector de reflectancia 20 se encuentra en conexión operativa con un circuito de control 24 representado de forma esquemática, al cual envía primeras señales. Los detectores de transmisiones 22 también se encuentran en conexión operativa con el circuito de control 24 y le envían segundas señales. El circuito de control 24 también está conectado operativamente con una memoria de datos 26, representada de forma esquemática, que guarda los valores almacenados en la forma que se describe más adelante.

50 En determinadas formas de realización, el aparato de la presente invención también puede comprender sensores de validación auxiliares 28, representados esquemáticamente. Los sensores auxiliares 28 detectan preferentemente propiedades de los billetes que pasan que no detectan los sistemas de detección de puntos. Estos sensores auxiliares pueden comprender, por ejemplo, sensores de tipo magnético o sensores para detectar bandas de identificación de los billetes u hojas que pasan. Los sensores auxiliares 28 no forman parte de la presente invención y por lo tanto no se describen en el presente documento. No obstante, se entiende que pueden utilizarse muchos tipos de sensores auxiliares en conexión con la presente invención y las señales enviadas por tales sensores se procesan y analizan en el circuito de control 24 mediante componentes electrónicos adecuados.

60 Los sistemas detectores de puntos 18 se representan con mayor detalle en las figuras 2 y 3. Cada sistema detector de puntos comprende un detector de reflectancia 20, el cual, en la forma de realización preferida de la invención, comprende una célula fotoeléctrica. Los detectores de reflectancia 20 se encuentran situados en un primer lado del billete que pasa 30 que se muestra en trazos en la figura 2. El transporte 12 desplaza el billete 30 por delante de los sistemas de detección de puntos.

65 Cada sistema de detección de puntos 18 comprende cuatro emisores 32. Los emisores 32 se encuentran situados generalmente en posición adyacente a cada detector de reflectancia 20 y a su alrededor. Cada sistema detector de puntos comprende emisores con longitudes de onda que generalmente comprenden el rango de luz visible y de luz infrarroja. En la forma de realización descrita, cada sistema detector de puntos comprende un emisor de luz azul, un

ES 2 328 752 T3

emisor de luz verde, un emisor de luz roja y un emisor de luz infrarroja. En la forma de realización preferida de la invención, los emisores son diodos emisores de luz (LED) operables selectivamente para producir luz generalmente monocromática de una longitud de onda determinada. En otras formas de realización de la invención pueden utilizarse otros tipos de emisores y de longitudes de onda.

Cada emisor 32 de un sistema de detección de puntos se encuentra orientado para dirigir y enfocar la radiación sobre un punto de prueba indicado esquemáticamente 34, que se muestra sobre la superficie adyacente del billete que pasa. En la forma de realización preferida de la invención, debido a que se disponen tres sistemas de detección de puntos, las propiedades del billete se muestrean simultáneamente en tres puntos de prueba 34 distanciados transversalmente a través del billete. Como se representa más claramente en la figura 3, la radiación de los emisores 32 se refleja desde cada punto de prueba 34 al sensor de reflectancia 20 del sistema de detección de puntos. La luz reflejada pasa a través de una lente 36 adyacente a cada detector de reflectancia para enfocar mejor la luz reflejada sobre el mismo.

La radiación procedente de los emisores 32 pasa a través de cada punto de prueba del billete de prueba. La radiación de transmisión pasa al detector de transmisión 22 de cada uno de los sistemas de detección de puntos 18. En la forma de realización preferida de la invención, cada uno de los detectores de transmisión 22 comprende una célula fotoeléctrica. Como resultado, cuando el detector de reflectancia 20 detecta radiación procedente de uno de los emisores reflejada desde el billete de prueba, el detector de transmisión 22 detecta simultáneamente radiación transmitida por el billete de prueba procedente del mismo emisor.

En la forma de realización preferida de la invención, el circuito de control 24 es operable para activar selectivamente cada uno de los emisores 32. El circuito de control activa individualmente cada tipo de emisor de cada sistema de detección de puntos, de modo que hay un solo emisor de un sistema de detección de puntos produciendo radiación cada vez.

En una forma de realización, el circuito de control 24 puede funcionar activando el mismo tipo de emisor de cada uno de los sistemas de detección de puntos 18 simultáneamente. Por ejemplo, todos los emisores azules de cada uno de los sistemas detectores de puntos se activan para generar radiación al mismo tiempo. A continuación, todos los emisores azules se apagan y se encienden todos los emisores verdes de cada uno de los sistemas detectores de puntos. Seguidamente, los emisores verdes se apagan y se encienden los emisores rojos. Cuando se apagan los emisores rojos se encienden los emisores infrarrojos. Los emisores de infrarrojos se apagan y la secuencia se repite. Alternativamente, los emisores pueden activarse en estilo "marquee", de modo que el tipo de emisor particular de cada sistema se mantenga encendido durante un tiempo antes de ser leído, y los emisores del mismo tipo sean leídos en tiempos diferentes. Este enfoque presenta la ventaja de que permite que el emisor se establezca antes de ser leído por el controlador. Evidentemente, la secuencia de emisores puede ser diferente en otras formas de realización.

Los emisores radian individualmente y en secuencia de forma rápida, para que cada emisor se encienda una vez para cada marca de comprobación 34. Los puntos de prueba son preferentemente diferenciados y generalmente cada uno de los emisores dirige luz sobre la misma marca del billete durante una secuencia, aunque el billete se esté desplazando.

Los expertos apreciarán que cada detecto de reflectancia 20 genera cuatro primeras señales para cada marca de comprobación 34. Las cuatro primeras señales se generan como respuesta a la radiación procedente de los emisores azul, verde, rojo e infrarrojos respectivamente. De forma similar, cada detector de transmisión 22 genera cuatro segundas señales para cada punto de prueba 34. Se trata de una segunda señal por la radiación transmitida a través del punto de prueba desde cada uno de los cuatro emisores del sistema detector de puntos.

El circuito de control 24 recibe cada una de estas primeras señales y funciona generando un valor de reflectancia como respuesta a cada señal representativa de la magnitud de la luz reflejada por el billete 30 procedente de cada uno de los emisores. Similarmente, el circuito de control 24 funciona generando valores de transmisión como respuesta a cada una de las cuatro segundas señales del detector de transmisión 22. Cada uno de los valores de transmisión representa la luz transmitida a través del punto de prueba procedente de cada emisor. Al haber tres sistemas detectores de puntos 18 separados transversalmente a través del billete, el primer circuito es operativo para generar 12 valores de reflectancia y 12 valores de transmisión para cada fila de 3 puntos de prueba 34 del billete.

En la forma de realización preferida de la invención, el circuito de control 24 funciona activando los emisores de los sistemas de detección de puntos con mucha rapidez. Esto se realiza para que los puntos de prueba se mantengan diferenciados y compactos. Preferentemente se comprueban diversos puntos de prueba cuando el billete se desplaza en el transporte pasando por delante de los tres sistemas de detección de puntos 18. En la forma de realización preferida de la invención, los sistemas de detección de puntos se activan de modo que cada sistema de detección de puntos compruebe aproximadamente 29 puntos de prueba en un billete de banco USA. estándar. Esto significa que, generalmente, se comprueban una media de $(29 \times 3 = 87)$ puntos de prueba en el billete. Al generarse 4 valores de transmisión y 4 de reflectancia para cada marca de comprobación $(87 \times 8 = 696)$, se obtienen aproximadamente 696 valores de datos por billete.

El transporte 12 se desplaza preferentemente a una velocidad tal que cada segundo pasan 15 billetes de banco USA por los sistemas de detección de puntos. Evidentemente, en otras formas de realización pueden utilizarse números diferentes de puntos de prueba, valores de datos y velocidades de los billetes.

ES 2 328 752 T3

Una ventaja fundamental de la presente invención consiste en que los emisores producen radiación que abarca el rango de la luz visible y de la infrarroja. Esta radiación genera señales que comprueban la validez del billete a diversas longitudes de onda, tanto en modo de transmisión como de reflectancia. Esto permite la captación de muchos más datos referentes a la imagen del billete y a las propiedades del material que en los tipos de dispositivos para determinar la denominación y validadores de billetes de la técnica anterior.

Otra ventaja fundamental de la presente invención consiste en que es capaz de identificar muchos tipos de billete en diferentes orientaciones. Como se explica posteriormente, la forma de realización preferida de la presente invención no requiere que los billetes estén exactamente alineados en la dirección de desplazamiento del billete ni en la dirección transversal a la misma.

Como se representa de forma esquemática en la figura 4, un billete sometido al aparato de la presente invención para su identificación y validación puede ser de muchos tipos. La forma preferida de la invención está configurada para identificar 20 denominaciones diferentes de billetes. Evidentemente, otras formas de realización pueden analizar números distintos de denominaciones de billetes. No obstante, en la forma preferida de la presente invención, no se requiere que los billetes se presenten con una orientación determinada. Por lo tanto, los billetes pueden presentarse cara arriba, cara abajo, con la parte superior del billete delante o con la parte inferior del billete delante. Para identificar el billete como un billete de un tipo determinado, la presente invención debe poder tratar billetes presentados en las cuatro orientaciones.

En la figura 4, se muestra un conjunto de valores detectados 38, representativo de un conjunto de datos detectados en el billete de prueba. Como se ha mencionado anteriormente, en la forma de realización preferida, este conjunto de valores detectados incluirá generalmente un conjunto de 24 por 29, ya que cada fila de tres puntos de prueba genera 24 valores (12 de reflectancia y 12 de transmisión) y generalmente hay 29 filas de puntos de prueba en el billete.

El lado derecho de la figura 4 muestra conjuntos de valores almacenados 40. En la forma de realización preferida de la invención, los conjuntos e valores almacenados son generados por el circuito de control 24. Se compara la correlación del conjunto de valores detectados 38 generado a partir del billete con cada uno de los conjuntos de valores almacenados 40. En la figura 4, se muestran 80 valores almacenados, que son representativos de las 20 denominaciones de billetes multiplicadas por las cuatro orientaciones posibles para cada tipo de billete.

Como se describirá a continuación con mayor detalle, en la forma de realización preferida de la invención, hay muchos más de 80 conjuntos de valores almacenados a los cuales se compara el conjunto de valores detectados, ya que el aparato debe determinar no sólo el tipo de billete particular (de entre 80 tipos posibles de billetes y orientaciones) sino también el tipo de billete aunque la posición del billete pueda desplazarse tanto en la dirección de transporte del mismo como en la dirección transversal a dicho transporte, o pueda desalinearse respecto a dicha dirección de transporte.

En la figura 5 se representa de forma esquemática el proceso mediante el cual el circuito de control calcula los valores que representan el nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados (que es representativo de los valores de reflectancia y transmisión del billete comprobado) y los conjuntos de valores almacenados. Para los fines del cálculo de la correlación efectuado por el circuito de control 24, se considera que el conjunto de valores detectados 38 es datos (x). Los valores de datos del conjunto de valores almacenados indicado con la referencia 42 es datos (y). El nivel de correlación se calcula según la ecuación:

$$C_{x,y} = \frac{\sum (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

en la que:

$C_{x,y}$ es el coeficiente de correlación.

x_i es el valor detectado a partir de los datos del conjunto de valores detectados.

y_i es el valor correspondiente en el conjunto de valores almacenado.

μ_x es la media de los valores en la parte del conjunto de valores detectados que se está correlacionando.

μ_y es la media de los valores en la parte correspondiente del conjunto de valores almacenado que se está correlacionando.

σ_x es la desviación estándar de los valores detectados en la parte del conjunto de valores detectados que se está correlacionando.

σ_y es la desviación estándar en la parte correspondiente del conjunto de valores almacenados.

ES 2 328 752 T3

Como se apreciará, cuanto mayor es el coeficiente de correlación, más alto es el nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados que están siendo comparados. Un valor elevado indica que el conjunto de valores almacenados corresponde al billete de prueba del tipo particular que genera los datos del conjunto de valores detectados.

5 Volviendo a la figura 6, en ella se representa de forma esquemática un conjunto de valores detectados 44 a partir de un billete que se desplaza por delante de los sistemas de detección de puntos 18. Como muestra la parte superior de la figura 6, el conjunto de valores detectados 44 es una matriz de 24 x 29. La parte inferior de la figura 6 presenta un conjunto de valores almacenados 46 de tamaño similar generado por el circuito 24 a partir de los datos de la memoria de datos 26, del modo que se describirá más adelante.

En la forma preferida de la de la invención, se comprueba la correlación de cada conjunto que comprende la tres columnas de valores "x", que representan un color y un modo en el conjunto de valores detectados 44, con los valores correspondientes de las tres columnas del conjunto de valores almacenados 46. Se calcula un coeficiente de correlación para los valores de cada conjunto de triple columna. A continuación, el circuito de control multiplica los coeficientes de correlación de cada uno de los 8 conjuntos de triple columna para obtener un valor de correlación global indicativo del nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados.

En una forma de realización de la invención, los valores de los coeficientes de correlación para la reflectancia se multiplican primero para obtener un valor de correlación global para la reflectancia. A continuación, se realiza la misma operación con los valores de los coeficientes de correlación para la transmisión. A continuación, se multiplican estos valores globales para calcular un valor final indicativo de la correlación del conjunto de valores almacenados y el billete de prueba.

El cálculo por separado de los valores de transmisión y reflectancia presenta la ventaja de que el circuito de control puede analizar individualmente los valores individuales, conforme a su programación, lo cual puede ser preferible en algunas formas de realización. Por ejemplo, una correlación elevada para la reflectancia global pero no para la transmisión global puede indicar alguna cualidad del billete que puede justificar su retirada de la circulación.

Otras formas de realización pueden combinar valores de correlación de otros modos, por ejemplo por la longitud de onda de radiación. La combinación de valores de correlación para análisis puede diferir en otras formas de realización dependiendo de los billetes y de las propiedades de interés. La presente invención, al estar los conjuntos de valores almacenados dispuestos en matrices, puede analizar con detalle determinadas zonas físicas de los billetes, mediante la programación del circuito de control. Por lo tanto, en formas de realización de la invención, el modo en que se generan los conjuntos de valores detectados y almacenados y el modo en que se calculan los valores de correlación pueden adaptarse a las propiedades del billete y a las zonas de interés.

Generalmente, el tipo particular de billete que pasa a través del aparato de la invención viene indicado por el conjunto de valores almacenados que presenta el nivel máximo de correlación global con el conjunto de valores detectados. Este conjunto de valores almacenados corresponde a un tipo de billete, por ejemplo a una denominación particular de billete en una orientación específica. Después de determinar el conjunto de valores almacenados con el nivel de correlación máximo, el circuito indica el tipo particular de billete que ha identificado para el billete que pasa por el aparato generando una señal indicativa del mismo.

En algunas formas de realización, resulta deseable señalar situaciones en las cuales el billete de prueba presenta un nivel relativamente bajo de correlación con todos los tipos de billete posibles, ya que pueden indicar la presencia de una falsificación, de un billete extranjero o de un billete inaceptable para ser reutilizado debido a desgarros, suciedad, deterioro o marcas extrañas. El circuito de control 24 puede funcionar proporcionando una indicación no sólo de la identidad del tipo de billete que mejor se correlaciona con el conjunto de valores detectados, sino también de cuando el nivel máximo de correlación calculado es inferior a un umbral establecido que sugiere una falsificación o un billete inaceptable.

Alternativamente, el circuito de control del aparato de la presente invención puede configurarse para incluir diversos umbrales fijados para la correlación, que pueden corresponder a billetes sospechosos de falsificación o gravemente dañados, y billetes que, simplemente, presentan signos de deterioro, antigüedad o desgaste que los hacen inaceptables para volver a la circulación. Al proporcionar la forma de realización preferida de la presente invención datos que identifican exactamente billetes a pesar de que presenten roturas, suciedad y marcas extrañas, es posible efectuar tales juicios sobre la calidad de un billete, además de identificarlo.

La presente invención también proporciona datos que pueden utilizarse convenientemente de forma específica para fines de detección de falsificaciones. La capacidad de la invención para comprobar la transmisión y la reflectancia a través de un amplio espectro de radiación y para comparar datos detectados con valores almacenados para billetes correctos, permite ajustar umbrales para longitudes de onda de radiación específicas. Algunas longitudes de onda de radiación pueden proporcionar datos más indicativos que otras de los billetes falsificados o inaceptables. Esto resulta particularmente cierto en países con billetes de banco que incluyen esquemas de color diferentes para denominaciones diferentes. El circuito de control de la presente invención puede programarse para extraer y analizar datos de correlación extraídos específicamente para este objetivo.

Aunque en la forma de realización de la invención anteriormente descrita se calculan coeficientes de correlación para conjuntos que corresponden a 3 columnas de datos y a continuación estos coeficientes de correlación se combinan, otras formas de realización pueden utilizar conjuntos compuestos por otras partes de los datos detectados para fines de cálculo de los coeficientes de correlación. Estos coeficientes de correlación se combinan posteriormente para generar un valor final indicativo de la correlación con los datos de valores almacenados. Por ejemplo, pueden calcularse valores de correlación entre cada columna o línea de datos detectados y datos almacenados. A continuación, estos valores de correlación pueden combinarse. Alternativamente, pueden calcularse valores de correlación basados en 12 columnas asociadas con cada modo (transmisión/reflectancia) y seguidamente combinarse los 2 valores. Alternativamente, puede calcularse un único valor de correlación para todos los datos de los conjuntos de valores detectados y almacenados. Se ha visto que el enfoque de calcular coeficientes de correlación para 3 columnas de datos y a continuación combinarlos en la forma descrita funciona bien en el caso de los billetes de banco de USA. No obstante, para otros tipos de billete o documentos, o para otras formas de dispositivos detectores, también pueden encontrarse otros enfoques para calcular los coeficientes de correlación y después combinarlos que funcionen correctamente indicando la identidad del billete o documentos de prueba.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 6, se apreciará que en la forma de realización de la invención representada, generalmente, las cuatro primeras filas de datos detectados y generalmente las tres últimas filas de tales datos no se correlacionan con los conjuntos de valores almacenados cuando el billete se encuentra alineado transversalmente al recorrido del transporte. Generalmente, el cálculo del nivel de correlación se realiza entre conjuntos de valores detectados y conjuntos de valores almacenados que comprenden 22 filas y 24 columnas. Como se explicará a continuación, las cuatro primeras filas de datos detectados a partir del billete y dichas por lo menos tres últimas filas se utilizan generalmente para calcular si el billete se encuentra desalineado en dirección transversal al recorrido del mismo y para confirmar que el billete presenta la longitud correcta. Si el billete está desalineado, el circuito de control genera conjuntos de valores almacenados seleccionando valores de la memoria de datos correspondientemente transpuestos para corresponder al ángulo de desalineación calculado. Además, como apreciarán los expertos, si un billete es “más largo” que un billete correcto, de modo que genera datos para más puntos de prueba de los que debería, el circuito de control lo identifica como billete sospechoso o falsificado y es rechazado o tratado correspondientemente.

En la forma de realización preferida de la invención, no es necesario que los billetes que pasan por los sistemas de detección de puntos en el transporte estén alineados en la dirección del billete o en dirección transversal para ser identificados. Para alcanzar este objetivo, la memoria de datos comprende datos para todos los tipos de billete identificables en una separación mucho más reducida que la separación entre puntos de prueba detectados por los sistemas de detección de puntos cuando pasa el billete. En la forma de realización preferida de la invención, los datos se recogen y almacenan para incrementos de un cuarto de la separación entre los puntos de prueba del billete que pasa en el transporte. Evidentemente, en otras formas de realización de la invención pueden utilizarse otros incrementos.

En la figura 7 se representa de forma esquemática un conjunto de valores detectados 38. Una primera plantilla 48 es representativa de un tipo específico de denominación del billete que pasa en el transporte en relación centrada respecto a los 3 sistemas de detección de puntos. Como resultado, está indicado en la figura 7 como presentando una desviación “0”. Los valores representados en la primera plantilla 48 son los 24 valores de transmisión y reflectancia para un billete de un tipo particular en incrementos de distancia de un cuarto entre los puntos de prueba del billete que pasa. Por lo tanto, en la forma de realización preferida, la primera plantilla 48 sería una matriz de 24 por (29 x 4) 116 valores.

El circuito de control deriva de la plantilla 48 conjuntos de valores almacenados por comparación con un conjunto de valores detectados, tomando los valores de una línea de cada cuatro de la plantilla. Dicho de otro modo, los datos de las líneas 1, 5, 9, 13, etc. Corresponden a un billete en una posición determinada respecto a la dirección de desplazamiento del billete en el transporte. De forma análoga. Las líneas 2, 6, 10, 14, etc. Corresponden al mismo tipo de billete en otra posición respecto a la dirección de desplazamiento del mismo.

A partir de la plantilla 48, el circuito de control genera conjuntos de valores almacenados que corresponden al tipo de billete particular al cual corresponde la plantilla 48 en posiciones variadas respecto a la dirección de transporte del billete.

En la figura 7, la segunda plantilla 50 corresponde al mismo tipo de billete que el de la plantilla 48. No obstante, la segunda plantilla 50 presenta valores de reflectancia y transmisión para puntos de prueba desviados un incremento transversal de los puntos de prueba que han generado los valores de la primera plantilla 48. Tomando cada cuarta línea de valores de la plantilla 50, el circuito de control genera conjuntos de valores almacenados para el tipo particular de billete, desviado transversalmente de la posición centrada y en diversas posiciones respecto a la dirección de transporte del billete.

La tercera plantilla 52 de la figura 7 corresponde al mismo tipo de billete que las plantillas 48 y 50. La plantilla 52 contiene valores que corresponden a puntos de prueba del billete desplazado transversalmente desde la posición de desviación cero en dirección opuesta a la de la plantilla 50. La tercera plantilla 52 también es una matriz de 24 por 116 valores. El circuito de control genera los conjuntos de valores almacenados extrayendo los valores de una de cada cuatro líneas.

ES 2 328 752 T3

En la forma de realización preferida de la invención, se disponen plantillas para puntos de prueba en diferentes posiciones desviadas transversalmente. Esto permite que los billetes se ordenen desde la línea central del recorrido del billete, así como que presenten un borde delantero que no esté alineado con ninguna referencia, y sigan siendo identificados.

5

El proceso de entrada de los datos necesarios para generar las plantillas se realiza, en la forma de realización preferida, durante un modo configuración del aparato. En el modo configuración, los datos de valores almacenados se generan situando un billete de cada tipo en el transporte. Cada uno de los sistemas de detección de puntos obtiene los datos a partir de 116 líneas en lugar de a partir de 29 líneas, que es el número usual para un billete comprobado. Para ello el billete se sitúa estáticamente o, alternativamente, se desplaza a una velocidad que permite los sistemas de detección de puntos ser secuenciados las veces suficientes para obtener datos para almacenaje en la memoria de datos.

10

Durante el modo configuración, los billetes se comprueban centrados respecto al recorrido del transporte y también dispuestos transversalmente desde la posición centrada o “cero”, con el fin de generar y almacenar las plantillas para billetes desviados transversalmente de forma incremental. La capacidad de configurar el dispositivo utilizando billetes de banco reales y haciéndolos pasar por el transporte permite la configuración de formas del aparato de un modo rápido y fiable. Esto resulta especialmente deseable cuando deben obtenerse estos datos para veinte billetes de banco, cada uno de los cuales presenta cuatro orientaciones y diversas posiciones de desviación.

15

En una forma de realización de la invención, se generan plantillas para cuatro posiciones de desviación en cada dirección transversal a partir de la posición de desviación cero. Estas plantillas se desvían en incrementos de un octavo de pulgada. Esto significa que un billete que pasa por un transporte puede posicionarse hasta media pulgada en cualquier dirección transversal respecto a la posición de desviación cero y seguir siendo identificado de forma exacta.

20

En otras formas de realización de la invención, es posible obtener y/o calcular los valores almacenados de forma experimental y guardarlos en plantillas en la memoria de datos. Alternativamente, tales plantillas pueden generarse en un dispositivo separado y a continuación ubicarse en la memoria de datos del aparato. Siempre que los datos se hayan captado de forma exacta, el aparato indicará correctamente el tipo de billete detectado.

25

El proceso por el cual, el aparato de la presente invención calcula un nivel de correlación y determina la identidad de un billete se representa esquemáticamente en la figura 12. Debe entenderse que en el funcionamiento del aparato el circuito de control 24 activa los emisores de cada uno de los sistemas de detección de puntos 18 de forma secuencial sobre una base continua. Durante la secuencia un billete puede llegar a cualquier punto. Cuando el billete se desplaza adyacentemente a los tres sistemas de detección de puntos 18 y después pasa por los mismos, el circuito de control capta los datos en la etapa 54. Los datos captados se ordenan en la memoria en forma de una matriz de valores, que generalmente es de 24 por 29. Estos datos sin procesar se representan mediante la matriz 56. La matriz 56 puede contener realmente más valores si el billete está desalineado. No obstante, para los fines de este ejemplo inicial, se utilizará una matriz de 24 por 29, que corresponde a un billete no desalineado.

30

35

Como representa la submatriz 58 de 4 por 24, el circuito de control utiliza las primeras cuatro filas de datos del billete para calcular el ángulo de desalineación en la etapa 60, en la forma descrita anteriormente. Además, como representa la submatriz 62 de 4 por 24, el circuito de control 24 puede funcionar calculando la longitud del billete en la etapa 64, en cuyo caso el circuito de control tiene en cuenta el ángulo de desalineación, ya que los sistemas de detección de puntos detectarán más de 29 filas de puntos de prueba en el billete si el billete está desalineado. En la etapa 64, se determina la longitud del billete basándose en el número de puntos de prueba a partir del que se reciben datos y el ángulo de desalineación. La longitud del billete se compara con un valor almacenado indicativo del número de puntos de prueba para una longitud de billete estándar, y si el billete es “demasiado largo” o “demasiado corto” el circuito de control 24 genera una señal indicativa de la condición detectada.

40

45

Suponiendo, en el contexto de este ejemplo, que el billete presenta la longitud correcta y se encuentra transversalmente alineado respecto al trayecto del transporte, en la etapa 66 el circuito de control 24 es operativo para generar conjuntos de valores almacenados. Los conjuntos de valores almacenados se generan a partir de las plantillas 68. Las nueve plantillas 68 representadas presentan cada una, una matriz de 24 columnas por 116 filas. Las nueve plantillas 68 comprenden una plantilla maestra 70 que corresponde a un tipo de billete (una denominación de billete en una orientación particular). Cada una de las nueve plantillas 68 corresponde al tipo de billete de cada una de nueve posiciones transversales respecto al trayecto del billete. Las 116 filas de datos de cada plantilla 68 representan los valores de transmisión y reflectancia en incrementos de un cuarto de la distancia entre puntos de prueba en un billete detectado que pasa por el transporte.

50

55

En la forma de realización de la invención descrita, las nueve plantillas 68 de 24 por 116 comprenden la plantilla maestra 70 que incluye todos los valores almacenados correspondientes a un tipo de billete. Al estar configurada la forma de realización preferida de la invención para identificar veinte billetes en cuatro orientaciones, en la memoria de datos de esta forma de realización preferida hay ochenta plantillas maestras. Cada una de las plantillas maestras está formada por nueve plantillas parecidas a las plantillas 68. Esto significa que en la forma de realización preferida, la memoria de datos guarda $(80 \times 9 = 720)$ plantillas, cada una de las cuales contiene $(24 \times 116 = 2.784)$ valores, con un total de $(720 \times 2.784 = 2.004.480)$ valores almacenados en la memoria de datos. Evidentemente, en otras formas de realización pueden utilizarse otras disposiciones de plantillas.

60

65

ES 2 328 752 T3

En el ejemplo representado, el circuito de control 24 es operativo para generar cuarenta y cinco conjuntos de valores almacenados 72 a partir de las plantillas 68 de cada plantilla maestra 70. Estos cuarenta y cinco conjuntos de valores almacenados se representan en una tabla en la figura 12. Estos conjuntos de valores almacenados 72 son generados por el circuito de control tomando una línea de cada cuatro de cada una de las plantillas 68. El circuito de control preferentemente empieza por la línea dieciséis de cada una de las plantillas 68, ya que, como se ha dicho anteriormente, la cuatro primeras filas de datos captados del billete se utilizan para calcular el ángulo de desalineación, y generalmente no se utilizan para generar los conjuntos de valores almacenados 72 si el billete no está desalineado. Cada una de las ochenta plantillas 70 genera cuarenta y cinco conjuntos de valores almacenados 72.

Como podrá apreciarse a partir de lo expuesto anteriormente, con las cuatro primeras filas de puntos de prueba descartadas, la primera fila de puntos de prueba del billete a partir de la cual se utilizarían los datos con fines de correlación en este ejemplo sería la quinta fila de los puntos de prueba, que corresponde a la línea (4 x 5) veinte de cada plantilla 68. Por lo tanto, el circuito de control toma la línea veinte y a continuación cada cuarta línea siguiente hasta que ha leído 22 líneas de datos para generar un conjunto de valores almacenados 72 de 22 por 24. Los conjuntos de valores almacenados generados de este modo corresponden a la "posición vertical cero" en la tabla de la figura 12.

No obstante, al poder el billete comprobado desplazarse hacia adelante en el trayecto del billete desde la posición cero, el circuito de control 24 es operativo para generar conjuntos de valores almacenados 72 desplazados hacia adelante de forma análoga en la dirección del billete. Esto se realiza empezando por la línea diecinueve de cada plantilla 78 y tomando a continuación cada cuarta línea siguiente hasta obtener 22 valores. Esto corresponde a un desplazamiento hacia adelante de un incremento. Los conjuntos de valores almacenados generados de este modo son los conjuntos de valores almacenados 72 -1/4 representados en la figura 12.

Similarmente, se generan conjuntos de valores almacenados desplazados dos incrementos hacia adelante empezando por la línea dieciocho de datos de cada una de las plantillas 68 y tomado cada cuarta línea siguiente. Esto corresponde a los conjuntos de valores almacenados 72 -2/4 representados en la tabla de la figura 12.

Como puede apreciarse, también pueden generarse conjuntos de valores almacenados empezando por la línea diecisiete de cada una de las plantillas 68, que correspondería a los conjuntos de valores almacenados 72 -3/4. Los conjuntos de valores almacenados que se generan empezando por la línea dieciséis corresponden a los conjuntos de valores almacenados 72 -4/4 de la tabla de la figura 12.

El billete también puede desplazarse hacia atrás desde la "posición vertical cero". Como resultado, se generan conjuntos de valores 72 empezando por los valores veintiuno, veintidós, veintitrés y veinticuatro de cada una de las plantillas 68, que corresponden respectivamente a los conjuntos de valores almacenados en posición vertical +1/4, +2/4, +3/4 y +4/4 representados en la figura 12.

Además se generan conjuntos de valores almacenados 72 para posiciones desviadas transversalmente. Como muestra la figura 12, se generan conjuntos de valores almacenados 72 para posiciones desviadas transversalmente de -1/8", -2/8", +1/8" y +2/8". (El símbolo " se utiliza en este documento con desviaciones transversales que representan aproximadamente 0,635 cm. Debe entenderse que tanto las desviaciones verticales como las transversales se indican en incrementos uniformemente distanciados, y que pueden utilizarse otros incrementos similarmente distanciados u otras unidades métricas o inglesas.) Por lo tanto, los conjuntos de valores almacenados 72 representan valores de reflectancia y de transmisión para un tipo de billete desplazado hacia adelante y hacia atrás en la dirección en que el billete se mueve en el transporte, así como en ambas direcciones transversales.

Aunque en la forma de realización preferida de la invención la plantilla maestra 70 consta de nueve subplantillas transversales 68, sólo se generan conjuntos de valores almacenados 72 para cinco posiciones transversales del billete, en lugar de nueve. Esto se debe al transporte de la forma de realización preferida y a la forma en que se entregan los billetes, que generalmente mantienen los billetes dentro de la posición 1/4" de la posición de desviación cero. Por esta razón, en la forma de realización preferida no es necesario generar conjuntos de valores almacenados adicionales. No obstante, en formas de realización alternativas en las cuales la posición transversal del billete puede situarse a más distancia de la posición de desviación cero, el circuito de control puede generar conjuntos de valores almacenados adicionales y utilizarlos para la correlación con los conjuntos de valores detectados.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 12, la matriz de valores sin procesar 56 del billete de prueba que se comprueba se somete a una etapa de realineación vertical 74 efectuada por el circuito de control 24 cuando se detecta que el billete está desalineado, como se describirá a continuación. Cuando el billete no está desalineado como en este ejemplo, no se realiza la etapa 74 en los datos sin procesar. En el presente ejemplo, el circuito de control 24 genera directamente, a partir de los datos sin procesar, un conjunto de valores detectados 76 constituido por una matriz de 24 por 22.

A continuación, el circuito de control 24 es operativo para calcular el nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados 76 y cada uno de los conjuntos de valores almacenados 72, en la forma descrita haciendo referencia a la figura 6. El circuito de control calcula y almacena temporalmente cada uno de los valores de correlación, estando representado dicho almacenamiento por la tabla 78. De entre todos los valores de correlación calculados para cada plantilla maestra, generalmente habrá un valor máximo. Evidentemente, se dispone de ochenta plantillas maestra y el circuito de control es operativo para encontrar el nivel máximo de correlación entre los cuarenta y cinco valores para

ES 2 328 752 T3

cada una de las 80 plantillas maestras. Este proceso se representa mediante la etapa 80 en la figura 12. A continuación, en la etapa 82, el circuito de control puede proporcionar una indicación de la identidad del tipo de billete que ha generado el valor máximo de correlación y, por lo tanto, que se correlaciona más estrechamente con el conjunto de valores detectados a partir del billete que ha pasado por el aparato.

Como se ha mencionado anteriormente, algunas formas de realización de la invención almacenan también, en conexión con el circuito de control, un valor umbral que debe superar el valor máximo de correlación calculado antes de considerar un billete como genuino. Si el nivel máximo de correlación para todos los conjuntos de valores almacenados no supera este nivel umbral, el billete resulta sospechoso y potencialmente una falsificación. Los billetes sospechosos de este tipo pueden ser devueltos al cliente o guardados dentro del aparato en una ubicación determinada. Esto último se realiza utilizando un mecanismo de derivación que transporta los billetes a la ubicación designada.

También pueden utilizarse formas de realización alternativas de la invención para segregar los billetes que se consideran en buen estado de los que presentan roturas, deterioro o suciedad. Esto se realiza almacenando en conexión con el circuito de control un valor umbral de correlación adicional superior al umbral para billetes genuinos, pero inferior al de los billetes en correctas condiciones. Este umbral intermedio podría utilizarse para segregar billetes de banco que, aunque son válidos, presentan un desgaste o una suciedad suficientes para ser retirados de circulación.

Otra ventaja de la presente invención consiste en que puede proporcionar una indicación del tipo de billete que comprende la orientación del billete. Esto permite que la presente invención pueda acoplarse con mecanismos que reorienten el billete y segreguen billetes de denominaciones diferentes. De este modo los billetes pueden agruparse para empaquetarlos en fajos o dispensarlos al usuario de la máquina en la cual se encuentra instalado el aparato de la presente invención.

La presente invención también dispone de capacidad para detectar billetes falsos. Para ello, los datos disponibles pueden ser procesados selectivamente por el circuito de control de modo dirigido a favorecer la detección de billetes falsificados. Por ejemplo, si se sabe que los billetes falsificados de un determinado país tienden a diferenciarse de forma significativa de los billetes auténticos, ya sea por la reflexión o transmisión de una longitud de onda de radiación determinada, o en una zona específica del billete, el circuito de control puede analizar individualmente el nivel de correlación para esta longitud de onda o zona del billete específicas. Los billetes que presentan las propiedades de una falsificación pueden identificarse, entonces, como sospechosos, aunque el nivel global de correlación pueda ser ligeramente aceptable. Las propiedades particulares que pueden diferenciar un billete falsificado de un billete genuino dependerán de una divisa particular u otro documento implicado en sus propiedades.

Otra ventaja de la forma de realización preferida de la presente invención es que no es necesario que los billetes que pasan por el aparato se alineen transversalmente a la trayectoria del billete. Antes bien, los billetes pueden desalinearse de modo que uno de los lados transversales vaya por delante del otro. La figura 8 representa de forma esquemática un ejemplo de un billete 84 desalineado respecto al recorrido de los billetes. El billete 84 se representa con su lado izquierdo delante. Las líneas 86, superpuestas al billete de la figura 8, representan las líneas o cuadrícula de puntos de prueba que deberían tomarse como muestra si el billete estuviera alineado respecto al recorrido. Las líneas 88 representan las líneas de los puntos de prueba en el billete desalineado que comprueban los sistemas de detección de puntos. Las líneas superpuestas 90 representan el lugar en el que los sistemas de detección de puntos captan datos. Por lo tanto, las intersecciones de las líneas 90 y las líneas 88 representan una cuadrícula de ubicaciones en las cuales los sistemas de detección de puntos captan los datos cuando pasa el billete 84.

Un conjunto de valores detectados 92 representado en la figura 9 muestra la matriz de datos sin procesar generada cuando el billete 84 pasa por los sistemas de detección de puntos. El sistema de detección de puntos situado a la izquierda en la figura 8 empieza a detectar datos del billete antes que el sistema de detección de puntos del centro y el sistema de detección de puntos del centro empieza a detectar datos antes que el sistema de detección de puntos de la derecha. Los sistemas de detección de puntos que no detectan el billete detectan un valor de reflectancia cero y un valor de transmisión elevado. Similarmente, en la parte de salida del billete representada por la parte inferior del conjunto de valores detectados sin procesar 92, los sistemas de detección de puntos detienen la detección del billete en tiempos diferentes, de modo que es esencialmente una contraimagen del estado en el borde delantero del billete. Como puede apreciarse a partir de la figura 8, debido al carácter de desalineado del billete, los sistemas de detección de puntos captan datos para más de 29 de las líneas transversales 90. Se recordará que en el ejemplo anterior se detectaron 29 filas de puntos de prueba en un billete no desalineado.

Para analizar estos datos, el circuito de control 24 del aparato de la presente invención puede modificar los datos del conjunto de valores detectados sin procesar 92 representado en la figura 9 para que sea similar a otros conjuntos de valores detectados para billetes alineados transversalmente. El circuito de control 24 de la invención también puede generar conjuntos de valores almacenados que consideran el ángulo de desalineación del billete.

Cuando un billete está desalineado, el circuito de control 24 funciona modificando primero el conjunto de valores detectados sin procesar 92 transponiendo los datos para eliminar los puntos de datos próximos al borde delantero que representa la ausencia de billete. Esto implica desplazar hacia arriba los valores de la derecha para cada tipo de emisor, como muestra la figura 9, para crear un conjunto de valores detectados en el cual los datos del billete comprobado estén presentes en cada posición en las 29 filas. En la figura 10 se representa un conjunto de valores detectados modificado de esta clase, con la referencia 94.

ES 2 328 752 T3

Como muestra la figura 10, desplazando los valores sin procesar se genera un conjunto de valores detectados que es una matriz de 24 por 29 valores detectados. Aunque al comprobar el billete los datos se han obtenido más de 29 de las líneas transversales 90, el conjunto de valores detectados modificado 94 “escuadra” los datos detectados para que sea un conjunto de valores detectados similar al de un billete alineado transversalmente.

5

El circuito de control puede utilizar estos datos “escuadrados” para comprobar si el billete detectado presenta la longitud adecuada. Si después de “escuadrar” los datos sin procesar los datos no corresponden a la longitud de un billete correcto, se emite una indicación adecuada de billete sospechoso.

10

Como se apreciará a partir de la figura 8, la modificación del conjunto de valores detectados sin procesar 92 para crear el conjunto de valores detectados 94 no da como resultado una matriz de valores que pueda correlacionarse fácilmente con plantillas para billetes alineados con el recorrido de los billetes. Esto se debe a que los puntos de prueba del billete desalineado 84 se desplazan progresivamente acercándose al borde derecho del billete cuando éste pasa. La velocidad a la que los puntos de prueba del billete migran hacia la derecha es una función del ángulo de desalineación. Para permitir la correlación del conjunto de valores detectados modificado 94 con conjuntos de valores almacenados, el circuito de control 24 puede funcionar generando conjuntos de valores almacenados para correlación que tengan en cuenta el ángulo de desalineación. Esto se representa gráficamente en la figura 11.

15

20

La figura 11 muestra un conjunto de valores detectados modificado representado de forma esquemática 96. Este conjunto de valores detectados modificado 96 en el contexto de este ejemplo puede imaginarse como correspondiente a un billete como el de la figura 8, donde el billete se encuentra desalineado de modo que el lado izquierdo del marco de referencia guía al lado derecho. El circuito de control puede funcionar basándose en el ángulo de desalineación del billete calculado para tomar valores de diferentes subplantillas 68 de la plantilla maestra 70, como se representa gráficamente en la figura 12.

25

30

Como puede apreciarse en el lado derecho de la figura 11, los valores de las columnas 98, 100 y 102 representan las plantillas de forma similar a la subplantillas 68 para una desviación horizontal 0”, una desviación horizontal +1/8” y una desviación horizontal 2/8” respectivamente, como representa la figura 12. Para generar un conjunto de valores almacenados para correlación con el conjunto de valores detectados modificado 96, el circuito de control 24 es operativo para seleccionar una serie de valores de la plantilla de desviación 0” representada por la columna 98. A continuación, el circuito de control es operativo para “saltar” iniciando la selección de valores a partir de la columna 100, que corresponde a la plantilla 68 para el mismo tipo de billete transpuesto +1/8” desde la posición de desviación 0”. A continuación, después de tomar diversos valores de la columna 100, el circuito de control puede empezar a seleccionar valores de la columna 102, que es representativa de la plantilla para el mismo tipo de billete dispuesto +2/8” desde la posición de desviación 0”.

35

40

El punto en el cual el circuito de control 24 empieza a seleccionar valores de las diferentes plantillas está determinado por el ángulo de desalineación. Del mismo modo se generan conjuntos de valores almacenados para todas las posiciones del billete dispuesto dentro de 1/4” de la referencia cero del recorrido de los billetes.

45

50

Como puede apreciarse a partir de la representación gráfica de la figura 11, para generar conjuntos de valores almacenados que comprendan las posiciones posibles para un billete desalineado, el circuito de control debe extraer valores de plantillas 68 para billetes dispuestos más lejos de la posición 1/4” de la posición de desviación cero. Como puede apreciarse a partir de la figura 12, ésta es la razón de que haya plantillas de desviación transversal 68 adicionales en cada plantilla maestra 70, aunque el billete generalmente se encuentre confinado en un área de más o menos 1/4” de la posición de desviación cero del recorrido de los billetes.

55

60

El cálculo del ángulo de desviación que determina el modo en que el circuito de control selecciona o extrae valores de diversas plantillas para generar los conjuntos de valores almacenados se explica haciendo referencia a las figuras 14 y 15. La figura 15 muestra un billete 104 desalineado de forma similar al billete 84 de la figura 8. El billete 104 presenta un lado izquierdo que guía el lado derecho en la dirección de desplazamiento de billete indicada por la flecha A. Un sistema de detección de puntos 106 se encuentra situado en el lado izquierdo, como muestra la figura 15. La figura 16 representa un sistema de detección de puntos 108 situado a la derecha. Ambos sistemas de detección de puntos son iguales y son similares a los sistemas de detección de puntos 18 descritos anteriormente.

65

70

La línea 110 de la figura 15 es representativa de los valores de reflectancia para un primer tipo de emisor que ha producido una radiación que se ha reflejado desde el billete 104 en una cantidad superior al umbral 112. Este umbral se indica como del 20 por ciento en la figura 14 y se ha demostrado experimentalmente que es un valor aceptable para este objetivo cuando se utilizan billetes de banco USA. Evidentemente, también pueden aplicarse otros umbrales. Los puntos de datos 114 son representativos de los valores de reflectancia reales para el tipo de emisor particular del sistema de detección de puntos 106 que fue el primer emisor que generó un valor de reflectancia superior al umbral. La línea 110 se ha realizado mediante un proceso de ajuste de curvas efectuado por el circuito de control 24 utilizando los puntos de datos reales 114. Este proceso se realiza mediante la ejecución de algoritmos de ajuste de curvas conocidos.

75

El circuito de control ajusta la línea 116 a los puntos de datos 118. Los puntos de datos 118 son representativos de los valores reales de reflectancia del tipo de emisor del sistema de detección de puntos 108 que corresponde al emisor que ha producido los puntos de datos 114 del sistema de detección de puntos 106. Comparando los tiempos en los cuales cada una de las líneas 110 y 116 ha cruzado el umbral 112, puede calcularse el ángulo de desalineación del

ES 2 328 752 T3

billete. Esta diferencia en el tiempo en que los valores de reflectancia para el mismo tipo de emisor de cada uno de los sistemas de detección de puntos cruzan el umbral se representa mediante la cantidad Δt en la figura 14.

La distancia entre los sistemas de detección de puntos 106 y 108 es una cantidad fija conocida. De forma similar, también es conocida la velocidad a la cual el billete se desplaza en el transporte de billetes. Como muestra la figura 15, el ángulo de desalineación θ puede calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$\tan \theta = \frac{v \Delta t}{x}$$

en la que

θ es el ángulo de desalineación;

v es la velocidad del billete en la dirección del billete;

Δt es la diferencia de tiempo entre el momento en que el primer emisor del primer sistema de detección de puntos que capta las propiedades del billete cruza el umbral y el momento en que el emisor correspondiente del sistema de detección de puntos dispuesto a continuación del anterior capta la propiedad para este sistema que cruza el umbral;

x es la distancia entre los sistemas de detección de puntos 106, 108, para los cuales se evalúa la diferencia de tiempo.

Como puede apreciarse a partir de lo expuesto anteriormente, el ángulo de desalineación determina los puntos en los cuales el circuito de control empieza a seleccionar valores a partir de las plantillas para producir los conjuntos de valores almacenados para comparación con el conjunto de valores detectados modificado. Evidentemente, el ángulo de desalineación puede presentar cualquier dirección, por lo cual el circuito de control debe poder extraer valores de plantillas 68 de forma progresiva en cualquier dirección de desviación transversal.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 12, que muestra la secuencia de correlación, la etapa 74 es la etapa de realineación, en la cual el conjunto de valores detectados sin procesar procedente de los sistemas de detección de puntos, como el conjunto 92 de la figura 9, se "escuadra" para generar un conjunto de valores detectados modificado similar al conjunto 94 de la figura 10. Cuando los datos están desalineados se lleva a cabo esta etapa para generar el conjunto de valores detectados 76 de la figura 12 con fines de correlación.

En la etapa 66, el circuito de control genera conjuntos de valores almacenados extrayendo datos de las plantillas 68 de cada plantilla maestra 70, como respuesta al ángulo de desalineación detectado. Así, en el ejemplo representado en la figura 12, se extraen valores de la plantilla 68 de desviación 0" y de la plantilla 68 de desviación +1/8" para generar el conjunto de valores detectados 72 en la tabla de conjuntos de valores almacenados de posición de desviación vertical 0" y horizontal 0".

Como se apreciará a partir de lo expuesto anteriormente, en el caso de los conjuntos de valores almacenados 72 representados en la tabla por encima de la posición 0, se producen desplazamientos entre las dos plantillas adyacentes 68 una línea de datos más arriba con cada etapa -1/4 ascendente en la tabla de conjuntos de valores almacenados. Similarmente, el desplazamiento entre las plantillas se produciría una línea de datos hacia abajo para cada incremento de +1/4 por debajo de la posición de desviación vertical 0 en la tabla de conjuntos de valores almacenados.

Por ejemplo, para generar el conjunto de valores detectados 72, representado en la tabla con una desviación vertical 0 y una posición de desviación horizontal de -1/8", los valores de las líneas correspondientes resaltados en la figura 12 en la plantilla de desviación horizontal 0" deberían tomarse, en cambio, de la plantilla con una desviación horizontal -1/8". Análogamente, las líneas representadas destacadas en la figura 12 en la plantilla de desviación horizontal +1/8" deberían tomarse de la plantilla de desviación horizontal 0". De forma similar, el circuito de control 24 debería extraer líneas de datos de estas dos plantillas una línea por encima de los valores utilizados para generar el conjunto de valores almacenados 0, -1/8", para generar el conjunto de valores detectados representado en la tabla en -1/4, -1/8. La extracción de valores de las plantillas dos líneas de datos más arriba de los valores utilizados para generar el conjunto de valores detectados 0, -1/8" da como resultado el conjunto de valores detectados -2/4, -1/8, etc.

Similarmente, la extracción de valores de las dos plantillas utilizadas para generar el conjunto de valores almacenados 72 0, -1/8", produce los conjuntos de valores almacenados +1/4, -1/8"; +2/4, 1/8"; +3/4, -1/8" y +4/4, -1/8". Esto se realiza extrayendo sucesivamente valores de una línea de datos inferior a la de los extraídos para producir el conjunto de valores detectados anterior.

De forma similar, para producir el conjunto de valores detectados 72 en la posición de desviación vertical 0 y la posición de desviación horizontal -2/8, el circuito de control 24 extrae valores de las plantillas 68 de desviación horizontal -2/8" y -1/8", etc. Puede apreciarse que el proceso de selección ejecutado por el circuito de control 24 para generar los conjuntos de valores almacenados para comparación con el conjunto de valores detectados 76 puede

ES 2 328 752 T3

visualizarse como una cuestión de desplazamiento izquierda-derecha entre las plantillas 68 y arriba-abajo dentro de las plantillas 68 para generar los diversos conjuntos de valores almacenados 72 representados en las posiciones de la tabla de la figura 12.

5 No obstante, debe recordarse que aunque se extraigan o seleccionen valores para generar los conjuntos de valores almacenados 72, todos los valores seleccionados en un conjunto de valores almacenados proceden de una única plantilla 70 que corresponde a una única denominación de billete que presenta una orientación específica. Como resultado, cuando se calculan los valores que indican niveles de correlación y se encuentra el valor máximo, el conjunto de valores almacenados que produce este nivel máximo de correlación corresponderá a un solo tipo de identidad.

10 La figura 13 representa de forma esquemática el circuito de control 24 de la forma de realización preferida. El circuito de control 24 comprende un componente electrónico y sensor óptico 120. El componente electrónico y sensor óptico comprende los sistemas de detección de puntos 18 que producen la primera y segunda señales que hacen que el circuito de control 24 genere los valores de reflectancia y transmisión.

15 El circuito de control además comprende un subsistema de control de exploración 122 que se encuentra conectado con el componente electrónico y sensor óptico 120. El subsistema de control de exploración 122 activa los emisores en secuencia para producir la primera y segunda señales sincronizadas que corresponden a cada tipo de emisor.

20 Un componente multiplexor y conversor analógico a digital (A/D) 124 es operativo para recibir la primera y segunda señales de los sistemas de detección de puntos y para producir los valores de reflectancia y transmisión sin procesar y conducirlos a generar el conjunto de valores detectados para cada billete detectado.

25 El circuito de control 24 además comprende un subsistema de sensores auxiliares 126. El subsistema de sensores auxiliares corresponde a los sensores auxiliares 28 mencionados anteriormente. Estos sensores auxiliares son preferentemente de un tipo particularmente adaptado al documento o billete que debe detectarse.

30 Un controlador de módulos 128 es operativo para recibir y enviar datos del, y al, control operativo de los demás componentes del sistema. El controlador 128 se encuentra conectado con el subsistema codificador de ángulo 130. El subsistema codificador de ángulo 130 determina el ángulo de desalineación de un billete a partir de las señales iniciales del emisor al detectar el billete en la forma anteriormente descrita. El circuito de control 24 además comprende un subsistema de comunicaciones 132 que transmite señales al controlador 128 y desde el mismo. El subsistema de comunicaciones transmite información a y desde un sistema mayor del cual forma parte el aparato.

35 El controlador 128 se encuentra en comunicación con una pluralidad de módulos de cálculo 134. Cada módulo de cálculo 134 comprende un procesador de señales digital 136. Cada procesador de señales digital 136 se encuentra conectado operativamente con una memoria de acceso aleatorio estática 138. Las memorias 138 guardan los valores almacenados que se utilizan para determinar el nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y los conjuntos de valores almacenados generados. Cada memoria 138 guarda preferentemente un grupo diferentes de plantillas maestras 70.

40 Cada módulo de cálculo 134 comprende, además, un controlador de cálculo 140. Los controladores de cálculo generan los conjuntos de valores almacenados a partir de las plantillas de las memorias 138, basándose en los datos del ángulo de desalineación proporcionado por el controlador 128. Los controladores de cálculo también pueden hacer que su procesador de señales digital asociado calcule los valores de correlación entre los valores de datos en el conjunto de valores detectados y los conjuntos de valores almacenados. Los controladores de cálculo también pueden controlar el procesador de señales digital asociado para calcular el coeficiente de correlación global para cada conjunto de valores detectados y así indicar el valor de correlación máximo para las plantillas maestras procesadas por el módulo de cálculo específico.

50 La arquitectura de la forma de realización preferida del circuito de control 24 permite efectuar rápidamente un gran número de cálculos que son necesarios para generar los conjuntos de valores almacenados para determinar los valores de correlación para el conjunto de valores detectados y todos los conjuntos de valores almacenados. El circuito de control 24 presenta la ventaja de que cada uno de los procesadores de señales digital opera en paralelo en las plantillas maestras almacenadas en su memoria asociada. Además, las capacidades de procesamiento del circuito de control 24 pueden incrementarse añadiendo calculadoras y módulos adicionales 134 para generar y correlacionar conjuntos de valores almacenados adicionales, permitiendo así la correlación de valores detectados selectivos o adicionales con datos almacenados.

60 Durante el funcionamiento del circuito de control 24, el controlador 128 activa el subsistema de control de exploración 122 para secuenciar los emisores de los sistemas de detección de puntos, que están comprendidos en el subsistema electrónico y de sensores ópticos 120. Las primera y segunda señales correspondientes a la reflectancia y la transmisión de cada emisor se envían al multiplexor y conversor A/D 124 que suministra valores digitales de reflectancia y transmisión correspondientes a cada emisor. El multiplexor y conversor A/D 124 también recibe señales del subsistema electrónico y sensores digitales 126 y envía señales adecuadas de los mismos al controlador 128.

65 El controlador 128 puede detectar un billete que se aproxima a los sistemas de detección de puntos y producir el conjunto de valores detectados sin procesar. El subsistema codificador de ángulos 130 determina el ángulo de

ES 2 328 752 T3

desalineación a partir del conjunto de valores detectados sin procesar y envía la información al controlador 128. El controlador 128 además puede modificar el conjunto de valores detectados sin procesar y enviar el conjunto de valores detectados modificado y los datos del ángulo de desalineación a cada uno de los módulos de cálculo 134.

5 El controlador 128 puede determinar la longitud del billete a partir del conjunto de valores detectados modificado y compararlo con la longitud de un billete estándar basándose en el número de puntos de prueba obtenidos. Si el billete detectado no presenta la longitud adecuada se genera una señal indicativa de ello y no se realiza ningún procesamiento posterior de dicho billete.

10 Cada módulo de cálculo 134 puede generar conjuntos de valores almacenados a partir de los valores almacenados en las plantillas maestras de las memorias 138 basándose en el ángulo de desalineación. Los módulos de cálculo también pueden calcular los valores de los coeficientes de correlación para el conjunto de valores detectados modificado y para cada uno de los conjuntos de valores almacenados generados. Cada módulo de cálculo guarda y comunica al controlador 128 el valor del coeficiente de correlación global calculado para cada uno de los conjuntos de valores almacenados generados. Cada módulo de cálculo envía esta información, junto con los datos que identifican la plantilla maestra utilizada para generar los conjuntos de valores almacenados, al controlador 128, junto con otros datos de correlación seleccionados que el módulo de cálculo puede haber sido programado para enviar.

15 El controlador puede recibir las señales de cada uno de los módulos de cálculo y determinar la plantilla maestra que produce el nivel de correlación máximo con el conjunto de valores detectados. El módulo controlador también puede determinar si el valor de correlación máximo es superior a un primer umbral que señala que el nivel de correlación probablemente es indicativo del tipo de billete asociado con la plantilla maestra específica.

20 A continuación, el controlador 128 transmite al subsistema de comunicación 132 señales indicativas del tipo de billete identificado o señales indicativas de que el billete identificado es sospechoso porque el nivel de correlación máximo no supera el umbral.

25 En las formas de realización alternativas, el controlador 128 puede efectuar una comprobación para determinar si el valor de correlación supera otros umbrales y transmitir señales indicativas de la aptitud del billete para uso posterior, u otras señales relacionadas con la autenticidad del billete o el carácter sospechoso del mismo. El subsistema de comunicación 132 transmite señales a un bus de comunicaciones conectado al aparato de la presente invención y a otros dispositivos y sistemas operativos para seguir procesando el billete o suministrar información sobre el mismo.

30 Aunque la forma de realización preferida del circuito de control 24 está adaptada para efectuar las funciones de cálculo requeridas para identificar los tipos de billete, en otras formas de realización pueden utilizarse otras configuraciones del circuito de control. Además, en la forma de realización preferida del circuito de control 24, las memorias 38 que componen la memoria de datos pueden programarse a través del aparato. Esto puede hacerse en modo configuración, como se ha dicho anteriormente, colocando selectivamente billetes de muestra y desplazándolos en relación controlada adyacentemente a los sistemas de detección de puntos para captar los datos necesarios para producir las plantillas maestras.

35 Para ello el controlador de módulos 128 debe controlar el funcionamiento del transporte de billetes para que los billetes de muestra se desplacen a una velocidad que permita captar datos en todas las ubicaciones deseadas del billete. El controlador 128 también puede programarse en modo configuración para recibir señales indicativas del tipo de billete y de las posiciones de desviación transversal del billete utilizadas para suministrar datos de plantilla a las memorias 138 que componen la memoria de datos.

40 Alternativamente, los datos almacenados pueden producirse en un aparato diferente y cargarse en las memorias 138 a través del controlador 128 o de otra fuente. En este enfoque, pueden captarse valores almacenados a partir del análisis estático de billetes de muestra.

45 En la forma de realización preferida, el subsistema electrónico y sensores ópticos 120 además comprende un circuito compensador que facilita el calibrado de los sistemas de detección de puntos. En la forma de realización preferida de la invención, el subsistema de sensores ópticos y electrónica se calibra utilizando un grado estándar seleccionado de papel blanco que se hace pasar a través del transporte de billetes adyacentemente a los sistemas de detección de puntos. En el modo calibración, el subsistema electrónico y los sensores ópticos 120 pueden ajustar la cantidad de radiación generada por cada uno de los emisores para producir una salida preajustada. Esto garantiza que el nivel de radiación producido por cada uno de los emisores es suficiente para correlacionar de forma exacta con los conjuntos de valores almacenados generados. Evidentemente, en otras formas de realización de la invención pueden utilizarse otros tipos o materiales de referencia para fines de calibración.

50 La calibración periódica del subsistema electrónico y sensores ópticos 120 garantiza que los cambios producidos en los emisores a lo largo del tiempo o los cambios en la trayectoria óptica debidos a la acumulación de polvo u otros contaminantes no afectarán negativamente a la exactitud del aparato. Debido a la naturaleza de los diodos emisores de luz (LED) utilizados por los emisores y a la naturaleza de la circuitería de control, que generalmente responde a valores relativos más que a valores absolutos, en la forma de realización preferida de la invención, la necesidad de calibración es poco frecuente.

ES 2 328 752 T3

Como se apreciará a partir de la descripción anterior, la forma de realización preferida del aparato de la presente invención presenta la ventaja de que puede identificar billetes dispuestos en cualquier orientación. Además, funciona identificando billetes a velocidad elevada y sin necesidad de que los billetes estén exactamente alineados o posicionados respecto al marco de referencia.

5

La forma de realización preferida de la presente invención presenta, además, la ventaja de que es fácilmente adaptable a diferentes tipos de billete de banco u otro tipo de documentos, y puede utilizarse para detectar billetes sospechosos o falsificados. La forma de realización preferida de la presente invención también es fácilmente adaptable a diferentes tipos de billete, y puede programarse para identificar simultáneamente billetes de monedas de diferentes países que presentan propiedades diferentes y tamaños distintos. Además, gracias a los datos disponibles, la forma de realización preferida de la presente invención puede programarse para analizar determinados valores detectados con mayor detalle para señalar características que pueden asociarse con billetes incorrectos rotos o falsificados.

10

La forma de realización preferida de la presente invención presenta además la ventaja de que puede configurarse, programarse y calibrarse rápidamente y no requiere ajustes frecuentes.

15

Por lo tanto, el nuevo aparato para determinar la denominación y validador de billetes de banco universal de la presente invención alcanza los objetivos establecidos anteriormente, elimina las dificultades presentadas por la utilización de dispositivos y sistema de la técnica anterior, resuelve problemas y alcanza los resultados deseables descritos en la presente memoria.

20

En la descripción anterior, se han utilizado determinados términos para mayor brevedad, claridad y comprensión. No obstante, de este hecho no deben derivarse limitaciones innecesarias, ya que dichos términos se han utilizado con fines descriptivos y deben ser interpretados de un modo general. Además, se proporcionan las descripciones e ilustraciones en la presente memoria a título de ejemplo y la invención no se limita a los detalles exactos mostrados o descritos en ellas.

25

En las reivindicaciones siguientes, cualquier característica descrita como medios para efectuar una función deberá interpretarse que comprende cualesquiera medios que pueden efectuar la función presentada y no se considerará limitada a los medios específicos mostrados para efectuar la función mencionada en la descripción anterior, o a simples medios equivalentes.

30

Una vez descritas las características, descubrimientos y principios de la invención, el modo de interpretarla y activarla y las ventajas y la utilidad de los resultados alcanzados; los elementos, disposiciones piezas, combinaciones, sistemas equipamiento, operaciones, procedimientos, procesos y relaciones nuevos y útiles se establecen en las reivindicaciones adjuntas.

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 328 752 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Aparato para proporcionar una indicación de un tipo de billete asociado con un billete detectado por dicho aparato, que comprende:

una fuente de radiación en un primer lado de dicho billete (30), en el que dicha fuente de radiación dirige radiación a un punto de prueba (34) de dicho billete;

10 un primer detector (20) en el primer lado de dicho billete, en el que dicho primer detector envía una primera señal como respuesta a la radiación reflejada desde dicho punto de prueba a dicho primer detector;

un segundo detector (22) en un segundo lado opuesto de dicho billete, en el que dicho segundo detector envía una segunda señal como respuesta a la radiación transmitida a través de dicho punto de prueba a dicho segundo detector;

15 un circuito (24) en conexión operativa con una memoria de datos (26), en el que dicho circuito es operativo para activar dicha fuente de radiación y generar valores de reflectancia y transmisión como respuesta a dichas primera y segunda señales respectivamente, en el que dicho circuito es operativo para calcular por lo menos un valor representativo de un nivel de correlación entre dichos valores de reflectancia y transmisión y valores almacenados en dicha memoria de datos correspondientes a las propiedades de transmisión y reflexión adyacentes a dicho punto de prueba para cada uno de una pluralidad de tipos de billete conocidos.

25 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fuente de radiación comprende una segunda pluralidad de emisores de radiación (32), en el que cada uno de dichos emisores genera radiación a una longitud de onda diferente, y en el que dicho circuito es operativo para generar valores de transmisión y reflectancia correspondientes a dichas primera y segunda señales de respuesta a la radiación producida por cada emisor.

3. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho circuito es operativo para accionar cada emisor por separado.

30 4. Aparato según la reivindicación 2, en el que dichos emisores están dispuestos en una relación generalmente circundante de dicho primer detector.

5. Aparato según la reivindicación 2, en el que dichos emisores emiten radiación que comprende generalmente el rango de luz visible.

35 6. Aparato según la reivindicación 2, en el que dichos emisores comprenden emisores que emiten radiación visible y no visible.

40 7. Aparato según la reivindicación 6, en el que dichos emisores comprenden un emisor generalmente de rojo, un emisor generalmente de azul, un emisor generalmente de verde y un emisor generalmente de infrarrojo.

45 8. Aparato según la reivindicación 1, en el que un conjunto de valores detectados comprende dichos valores de reflectancia y transmisión, y en el que dichos valores almacenados se encuentran dispuestos en conjuntos de valores almacenados, y en el que dicho circuito es operativo para calcular dicho nivel de correlación para el conjunto de valores detectados y cada conjunto de valores almacenados.

50 9. Aparato según la reivindicación 8, en el que dicha fuente de radiación comprende una pluralidad de emisores de radiación, en el que cada uno de dichos emisores de radiación genera radiación a una longitud de onda generalmente diferente, y en el que dicho circuito es operativo para generar valores de transmisión en respuesta a dichas segundas señales producidas como respuesta a la radiación de cada emisor, y en el que un valor de transmisión correspondiente a la radiación de un emisor se incluye en una primera parte de un conjunto de valores detectados, y un conjunto de valores de transmisión correspondiente a otro emisor se incluye en una segunda parte de un conjunto de valores detectados, y en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden unas primera y segunda partes, y en el que se calcula un nivel de correlación entre las primeras partes de los conjuntos de valores detectados y almacenados y las segundas partes de los conjuntos de valores detectados y almacenados respectivamente.

60 10. Aparato según la reivindicación 8, en el que dicha fuente de radiación comprende emisores de radiación, en el que cada uno de dichos emisores de radiación genera radiación a una longitud de onda generalmente diferente, y en el que dicho circuito es operativo para generar valores de reflectancia en respuesta a dichas primeras señales producidas en respuesta a la radiación de cada emisor, y en el que un valor de reflectancia correspondiente a la radiación de un emisor se incluye en una primera parte del conjunto de valores detectados y un valor de reflectancia correspondiente a otro emisor se incluye en una segunda parte del conjunto de valores detectados, y en el que cada uno de dichos conjuntos de valores almacenados comprende unas primera y segunda partes, y en el que el circuito calcula un nivel de correlación entre dichas primeras partes de dichos conjuntos de valores detectados y almacenados y dichas segundas partes de dichos conjuntos de valores detectados y almacenados respectivamente.

65 11. Aparato según la reivindicación 8, en el que dicha fuente de radiación comprende una pluralidad de emisores de radiación, y en el que cada uno de dichos emisores produce radiación a una longitud de onda generalmente diferente,

ES 2 328 752 T3

y en el que dicho circuito es operativo para generar un valor de reflectancia y un valor de transmisión en repuesta a la radiación producida por cada emisor, y en el que cada uno de dichos valores de reflectancia y transmisión se incluye en un conjunto de valores detectados.

5 12. Aparato según la reivindicación 11, en el que dicho circuito es operativo para activar cada emisor separadamente de los otros, y en el que los valores de reflectancia y transmisión para cada emisor se generan de forma simultánea.

10 13. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un transporte de billetes, y en el que dicho transporte de billetes desplaza relativamente dichos billetes y dichos primero y segundo detectores, comprendiendo dicho billete como resultado de dicho desplazamiento relativo, una segunda pluralidad de puntos de prueba diferenciados, y en el que dicho circuito genera valores de reflectancia y transmisión para cada uno de dichos puntos de prueba, y en el que dichos valores almacenados corresponden a las propiedades de reflectancia y transmisión adyacentes a cada uno de dichos puntos de prueba para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos.

15 14. Aparato según la reivindicación 13, en el que dicha fuente de radiación comprende una tercera pluralidad de tipos de emisor de radiación, generando cada tipo de emisor de radiación a una longitud de onda generalmente diferente, y en el que dicho circuito es operativo para activar cada tipo de emisor separadamente y en una secuencia adyacente a cada uno de dicha segunda pluralidad de puntos de prueba.

20 15. Aparato según la reivindicación 14, en el que dicha segunda pluralidad de valores de transmisión correspondientes a un primer emisor está comprendida en una primera parte de un conjunto de valores detectados, y en el que dicha memoria de datos comprende una cuarta pluralidad de primeros conjuntos de valores almacenados, presentando cada uno una primera parte correspondiente a las propiedades de transmisión adyacentes a cada uno de dichos puntos de prueba para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, y en el que dicho circuito es operativo para calcular el valor representativo del nivel de correlación entre dicha primera parte de dicho conjunto de valores detectados y las primeras partes de cada uno de dicha cuarta pluralidad de conjuntos de valores almacenados.

25 16. Aparato según la reivindicación 14, en el que dicha segunda pluralidad de valores de reflectancia correspondientes a un primer emisor está comprendida en una primera parte de un conjunto de valores detectados, y en el que dicha memoria de datos comprende una cuarta pluralidad de primeros conjuntos de valores almacenados, presentando cada uno de los cuales una primera parte correspondiente a las propiedades de reflectancia adyacentes a cada uno de dichos puntos de prueba para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, y en el que dicho circuito es operativo para calcular el valor representativo del nivel de correlación entre la primera parte de dicho conjunto de valores detectados y las primeras partes de cada uno de dicha cuarta pluralidad de conjuntos de valores almacenados.

30 17. Aparato según la reivindicación 15, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete en una dirección de billete, y en el que dichos primero y segundo detectores y dicha tercera pluralidad de emisores comprenden un conjunto de detección de puntos (18), y en el que dicho aparato comprende una quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos generalmente distanciados transversalmente de dicha dirección de billete, y en el que dicha primera parte de dicho conjunto de datos detectados comprende los valores de transmisión correspondientes a dicho un primer emisor en uno de dicha quinta pluralidad de sistemas de detección de puntos, correspondiendo dichos valores de transmisión a la radiación transmitida a través de dicho billete en cada uno de los puntos de prueba adyacentes a uno de dicha quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos durante el desplazamiento relativo de dicho billete mediante dicho transporte de billetes.

35 18. Aparato según la reivindicación 15, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete en una dirección de billete, y en el que dichos primer y segundo detectores y dicha tercera pluralidad de emisores componen un conjunto de detección de puntos, y en el que dicho aparato comprende además una quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos generalmente distanciados transversalmente de dicha dirección de billete, y en el que dicha primera parte de dicho conjunto de valores detectados comprende valores de reflectancia correspondientes a dicho un primer emisor y uno de dicha quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos, correspondiendo dichos valores de reflectancia a la radiación reflejada desde dicho billete a cada uno de los puntos de prueba adyacentes a uno de dicha quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos durante el desplazamiento relativo de dicho billete en dicho transporte de billetes.

40 19. Aparato según la reivindicación 15, en el que dicho circuito es operativo para generar conjuntos de valores almacenados, en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores de datos de dicha memoria de datos, en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores de transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desde cada uno de dichos emisores adyacentes a cada uno de dicha segunda pluralidad de puntos de prueba.

45 20. Aparato según la reivindicación 16, en el que dicho circuito es operativo para generar conjuntos de valores almacenados, en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores almacenados de dicha memoria de datos, y en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores de reflectancia para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desde cada uno de dichos emisores adyacentes a cada uno de dicha segunda pluralidad de puntos de prueba.

50 21. Aparato según la reivindicación 19, en el que dicha segunda pluralidad de puntos de prueba se encuentran cada uno de ellos generalmente igualmente distanciados entre sí, y en el que dicha memoria de datos comprende los valores

ES 2 328 752 T3

de datos correspondientes a los valores de transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, separados intermedios de cada uno de dichos puntos de prueba de dicho billete, resultando no necesario determinar la ubicación de un borde de dicho billete para identificar dicho tipo de billete.

5 22. Aparato según la reivindicación 20, en el que dicha segunda pluralidad de puntos de prueba se encuentran generalmente igualmente distanciados entre sí, y en el que dicha memoria de datos comprende valores de datos correspondientes a los valores de reflectancia para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos separados intermedios de cada uno de dichos puntos de prueba de dicho billete, no resultando necesario detectar la ubicación de un borde de dicho billete para identificar dicho tipo de billete.

10 23. Aparato según la reivindicación 19, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete respecto a dichos detectores en una dirección de billete, y en el que dicha memoria de datos comprende valores de datos que corresponden a los valores de transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desplazados de dicho billete en por lo menos un incremento en una dirección transversal a dicha dirección de billete, no resultando dicho billete estar alineado transversalmente en dicho transporte para que dicho tipo de billete sea identificado.

15 24. Aparato según la reivindicación 20, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete respecto a dichos detectores en una dirección de billete, y en el que dicha memoria de datos comprende valores de datos que corresponden a los valores de reflectancia para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desplazados de dicho billete en por lo menos un incremento en una dirección transversal a dicha dirección de billete, no necesitando dicho billete estar alineado transversalmente en dicho transporte para que dicho tipo de billete sea identificado.

20 25. Aparato según la reivindicación 21, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete respecto a dichos detectores en una dirección de billete, y en el que dicha memoria de datos comprende valores de datos que corresponden a los valores de transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desplazados de dicho billete en por lo menos un incremento en una dirección transversal a dicha dirección de billete, por lo cual no es necesario que los billetes se encuentren alineados transversalmente en dicho transporte para tener identificados sus tipos de billete.

25 26. Aparato según la reivindicación 22, en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete respecto a dichos detectores en una dirección de billete, y en el que dicha memoria de datos comprende valores de datos que corresponden a los valores de reflectancia para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos desplazados de dicho billete en por lo menos un incremento en una dirección transversal a dicha dirección de billete, no resultando necesario que los billetes se encuentren alineados en dicho transporte para tener identificados sus tipos de billete.

30 27. Aparato según la reivindicación 2, en el que dichos primer detector, dicho segundo detector y dicha segunda pluralidad de emisores de radiación comprenden un conjunto de detección de puntos, y en el que dicho aparato comprende un transporte de billetes, y en el que dicho transporte de billetes desplaza dicho billete respecto a dicho conjunto de detección de puntos en una dirección de billete, y en el que dicho aparato comprende una quinta pluralidad de conjuntos de detección de puntos, y en el que dichos conjuntos de detección de puntos están distanciados transversalmente respecto a dicha dirección de billete.

35 28. Aparato según la reivindicación 27, en el que dicho circuito activa cada uno de dichos emisores en cada uno de dichos conjuntos de detección de puntos una sexta pluralidad de veces cuando dicho billete se desplaza relativamente en dirección adyacente a dichos conjuntos de detección de puntos.

40 29. Aparato según la reivindicación 28, en el que dicho circuito activa dichos emisores de acuerdo con una secuencia temporizada.

45 30. Aparato según la reivindicación 29, en el que dicho circuito activa dichos emisores para provocar la generación de dichos valores de transmisión y reflectancia para la radiación emitida por cada emisor de cada uno de los conjuntos de detección de puntos en una cuadrícula de puntos de prueba de dicho billete.

50 31. Aparato según la reivindicación 30, en el que los emisores de un tipo generan radiación a generalmente la misma longitud de onda, y en el que dichos valores de transmisión o reflectancia corresponden a la radiación de un tipo de emisor de cada uno de dichos puntos de prueba en una parte de dicha cuadrícula comprenden una primera parte de un conjunto de valores detectados, y en el que dicha memoria de datos comprende valores almacenados en el que dicho circuito genera un conjunto de valores almacenados que presenta una primera parte que corresponde con dichos valores de transmisión o reflectancia en dichos puntos de prueba en dicha cuadrícula correspondiente a dicho un tipo de emisor para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos.

55 32. Aparato según la reivindicación 31, en el que dicha primera parte de dicho conjunto de valores detectados comprende valores designados (x) y en el que dicha primera parte de dichos conjuntos de valores almacenados comprende valores almacenados designados (y), y en el que dicho circuito es operativo para calcular el valor representativo del nivel de correlación entre dicha primera parte de dicho valor detectado y dicha primera parte de dichos segundos conjuntos de valores según la fórmula siguiente:

ES 2 328 752 T3

$$C_{x,y} = \frac{\sum (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

5 en la que:

$C_{x,y}$ es un coeficiente de correlación;

10 x_i es un valor en la primera parte del conjunto de valores detectados; estando los valores comprendidos entre uno y n, siendo n el número total de valores en la primera parte del conjunto de valores detectados;

y_i es el valor correspondiente a la posición de x_i en la primera parte del conjunto de valores almacenados;

μ_x es la media de los valores en la primera parte del conjunto de valores detectados;

15 μ_y es la media de los valores en la primera parte del conjunto de valores almacenados;

σ_x es la desviación estándar de los valores en la primera parte del conjunto de valores detectados; y

20 σ_y es la desviación estándar de los valores en la primera parte del conjunto de valores almacenados.

33. Aparato según la reivindicación 32, en el que dicho circuito es operativo para generar un conjunto de valores detectados que presenta una primera parte que comprende valores de reflectancia generados como respuesta a la radiación de cada uno de dichos tipos de emisor, y para calcular un valor representativo de un nivel de correlación con la primera parte de cada uno de una séptima pluralidad de conjuntos de valores almacenados correspondientes a los valores de reflectancia de cada uno de dichos tipos de emisor.

34. Aparato según la reivindicación 32, en el que dicho circuito es operativo para generar un conjunto de valores detectados que presenta una primera parte que comprende valores de transmisión generados como respuesta a la radiación de cada uno de dichos tipos de emisor, y para calcular un valor representativo de un nivel de correlación con la primera parte de cada uno de una séptima pluralidad de conjuntos de valores almacenados correspondientes a los valores de transmisión de cada uno de dichos tipos de emisor.

35. Aparato según la reivindicación 34, en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores de reflectancia o transmisión correspondientes a cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, desplazados en la dirección de billete de dicho billete.

36. Aparato según la reivindicación 34, en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden valores de transmisión o reflectancia correspondientes a cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, desplazados en una dirección transversal de dicha dirección de billete de dicho billete.

37. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fuente de radiación comprende una segunda pluralidad de emisores de radiación, comprendiendo dichos emisores una tercera pluralidad de tipos de emisor, en el que cada tipo de emisor genera radiación a una longitud de onda diferente de los otros tipos, y en el que la totalidad de dichos emisores dirige radiación a un punto de prueba de dicho billete, y en el que por lo menos uno de dichos primer o segundo detectores está dispuesto adyacente a dicho punto de prueba.

38. Aparato según la reivindicación 37, en el que dicho circuito es operativo para generar un conjunto de valores detectados que comprende una primera parte correspondiente a los valores de transmisión o de reflectancia para uno de dichos tipos de emisor, y en el que dicho circuito es operativo para generar conjuntos de valores almacenados que comprenden dichos valores almacenados, y en el que dichos conjuntos de valores almacenados comprenden cada uno una primera parte correspondiente en el que dicha cada una primera parte correspondiente de un conjunto de valores almacenados corresponde a dichos valores de transmisión o reflectancia para dicho un tipo de emisor y un tipo de billete conocido, y en el que dicho circuito es operativo para calcular dicho valor representativo del nivel de correlación entre dicha primera parte de dicho conjunto de valores detectados y dicha primera parte correspondiente de cada conjunto de valores almacenados.

39. Aparato según la reivindicación 38, en el que dicho circuito es operativo para producir un conjunto de valores detectados que comprende una cuarta pluralidad de partes, correspondiendo cada parte a los valores de reflectancia o transmisión de cada uno de dicha tercera pluralidad de tipos de emisor, y en el que dicho circuito es operativo para generar conjuntos de valores almacenados, comprendiendo cada uno de dichos conjuntos de valores almacenados dicha cuarta pluralidad de partes correspondientes que corresponden a dichos valores de transmisión o reflectancia para cada uno de dichos tipos de emisor y un tipo de billete conocido, y en el que dicho circuito calcula dicho valor representativo de un nivel de correlación para cada parte del conjunto de valores detectados y cada parte correspondiente de cada conjunto de valores almacenados.

40. Aparato según la reivindicación 39, en el que el circuito es operativo para calcular dicho valor representativo del nivel de correlación entre el conjunto de valores detectados y cada conjunto de valores almacenados, combinando

los valores representativos del nivel de correlación entre las partes correspondientes del conjunto de valores detectados y cada conjunto de valores almacenados.

41. Aparato según la reivindicación 39, en el que dicho circuito es operativo para calcular un valor representativo del nivel global de correlación entre el conjunto de valores detectados y un conjunto de los valores almacenados multiplicando conjuntamente los valores representativos de un nivel de correlación de los valores de reflectancia en las partes correspondientes del conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados para obtener un producto de reflectancia que corresponde a un nivel global de correlación para la reflectancia entre el conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados, en el que dicho circuito es además operativo para multiplicar conjuntamente los valores representativos del nivel de correlación de los valores de transmisión en las partes correspondientes del conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados para obtener un producto de transmisión que corresponde a un nivel global de correlación para la transmisión entre el conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados, y en el que dicho circuito además es operativo para producir el valor representativo del nivel global de correlación entre el conjunto de valores detectados y el conjunto de valores almacenados multiplicando conjuntamente el producto de transmisión y el producto de reflectancia.

42. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicho billete presenta una posición, y en el que dichos valores almacenados comprenden datos representativos de plantillas de valores almacenados correspondientes a los valores de reflectancia y de transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos en dicha posición de billete y en posiciones dispuestas a partir de dicha posición de billete.

43. Aparato según la reivindicación 42, en el que dicho billete se extiende generalmente en un plano y en el que dichas plantillas corresponden a dichos tipos de billete conocidos desplazados de posición de billete en una primera dirección en dicho plano.

44. Aparato según la reivindicación 43, en el que dichas plantillas corresponden a dichos tipos de billete conocidos desplazados de dicha posición de billete en una dirección transversal a dicha primera dirección.

45. Aparato según la reivindicación 40, en el que dicho circuito es operativo para generar una señal correspondiente a un conjunto de valores almacenados que proporciona el valor representativo del nivel máximo de correlación con dicho conjunto de valores detectados, siendo dicha señal indicativa de un tipo de billete particular.

46. Aparato según la reivindicación 45, en el que dicho circuito es operativo para comparar dicho valor representativo de dicho nivel máximo de correlación a un valor umbral almacenado, y en el que dicho circuito es operativo para proporcionar una segunda señal cuando dicho valor representativo del nivel de correlación máximo no supera dicho valor umbral almacenado.

47. Aparato según la reivindicación 1, en el que dichos valores almacenados corresponden a cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete en una segunda pluralidad de posiciones angulares.

48. Aparato según la reivindicación 44, en el que dichos conjuntos de valores almacenados corresponden a cada uno de dichos tipos de billete conocidos desplazados de dicha posición de billete en una segunda pluralidad de direcciones angulares.

49. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicho aparato comprende unos medios para detectar un ángulo de desalineación de dicho billete, y en el que dicho circuito es operativo para seleccionar dichos valores almacenados utilizados para calcular dicho valor representativo del nivel de correlación de dicha memoria de datos como respuesta a dicho ángulo de desalineación detectado.

50. Aparato según la reivindicación 27, en el que dicho circuito es operativo para determinar el ángulo de desalineación de dicho billete en respuesta a dichos conjuntos de detección de puntos, detectando primero una propiedad de transmisión o reflectancia de dicho billete en tiempos diferentes, y en el que dichos valores almacenados utilizados para calcular dicho valor representativo de un nivel de correlación son seleccionados por dicho circuito en respuesta a dicho ángulo de desalineación.

51. Aparato según la reivindicación 50, en el que dicho ángulo de desalineación es calculado por dicho circuito como respuesta a un valor de transmisión o reflectancia de un primer tipo de emisor en un primer conjunto de detección de puntos, alcanzando un valor umbral, y alcanzando dicho valor de transmisión o reflectancia para dicho primer tipo de emisor en un segundo conjunto de detección de puntos distanciado transversalmente de dicho primer conjunto de detección de puntos dicho valor umbral un tiempo después.

52. Aparato según la reivindicación 51, en el que dicho circuito calcula dicho ángulo de desalineación en función de dicho tiempo, una distancia que separa dichos primer y dicho segundo conjuntos de detección de puntos o una velocidad a la cual dicho transporte desplaza dicho billete.

53. Aparato según la reivindicación 47, en el que dicho circuito es operativo para generar conjuntos de valores almacenados, en el que dicho valor representativo de un nivel de correlación se calcula entre dichos valores de reflectancia y dichos valores de transmisión y dichos conjuntos de valores almacenados, y en el que dicho circuito

ES 2 328 752 T3

es operativo para incluir selectivamente los valores almacenados de dicha memoria de datos en dichos conjuntos de valores almacenados en respuesta a dicho ángulo de desalineación.

54. Aparato según la reivindicación 53, en el que dicha memoria de datos comprende los datos representativos de por lo menos una plantilla correspondiente a cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, y en el que dicha plantilla comprende valores correspondientes a los valores de transmisión y reflectancia para dicho tipo de billetes correspondiente a un ángulo de desalineación generalmente cero, y en el que dicho circuito genera dicho conjunto de valores almacenados a partir de dicha plantilla en respuesta a dicho ángulo de desalineación.

55. Aparato según la reivindicación 54, en el que dicha memoria de datos comprende por lo menos una de dichas plantillas para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, en el que dicha plantilla comprende los valores almacenados correspondientes a dichos valores de reflexión y transmisión para dicho tipo de billete en una tercera pluralidad de posiciones transversales.

56. Aparato según la reivindicación 55, en el que dicho aparato comprende además un transporte para desplazar relativamente dicho billete en una dirección de billete respecto a dicha fuente de radiación y dichos detectores, y en el que dicho billete que se desplaza relativamente comprende una cuarta pluralidad de puntos de prueba, y en el que cada uno de dichos puntos de prueba se encuentra separado de cada uno de los puntos de prueba adyacentes en dicha dirección de billete por una distancia de separación de puntos, y en el que dicha plantilla comprende los valores almacenados correspondientes a dichos valores de reflectancia y transmisión para cada uno de dichos tipos de billete conocidos en incrementos uniformes inferiores a dicha distancia de separación entre puntos.

57. Aparato según la reivindicación 56, en el que dichos incrementos son generalmente de un cuarto de dicha distancia de separación entre puntos.

58. Aparato según la reivindicación 56, en el que dicha memoria de datos comprende para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete una plantilla maestra (70), y en el que cada una de dichas plantillas maestras comprende una quinta pluralidad de subplantillas correspondientes a un tipo de billete, y en el que cada una de dichas plantillas maestras corresponde a dicho tipo de billete en un ángulo de desalineación cero, y en el que cada una de dichas subplantillas en una de las plantillas maestras corresponde a los valores de reflectancia y transmisión para dicho un tipo de billete dispuesto desde una subplantilla adyacente en una dirección transversal a dicha dirección de billete, y en el que dicho circuito es operativo para comprender los valores en dichos conjuntos de valores almacenados para dicho un tipo de billete de dichas subplantillas en la plantilla maestra correspondiente a dicho ángulo de desalineación.

59. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicho circuito comprende un procesador de señales digital (136) y en el que dicha memoria de datos comprende los datos representativos de por lo menos una plantilla correspondiente a un tipo de billete conocido y que presenta valores almacenados correspondientes a dicho tipo de billete en una segunda pluralidad de posiciones de billete, y en el que dichos valores almacenados que comprenden dicha plantilla son accedidos por dicho procesador digital de dicho circuito.

60. Aparato según la reivindicación 59, en el que dicho circuito comprende una tercera pluralidad de procesadores de señales digitales, y en el que cada uno de dichos procesadores de señales digitales accede a los valores almacenados en las plantillas asociadas con un procesador de señales digital particular.

61. Aparato según la reivindicación 60, en el que dicho circuito es operativo para calcular un valor de correlación correspondiente a un nivel máximo de correlación entre dichos valores de reflectancia y transmisión detectados para dicho billete y los valores almacenados en cada una de dichas plantillas.

62. Aparato según la reivindicación 61, en el que dicho circuito es operativo además para generar una señal representativa de dicho máximo de dichos valores de correlación entre la totalidad de dichas plantillas, siendo dicha señal indicativa de que el billete detectado presenta un nivel máximo de correlación con los valores almacenados para un tipo de billete específico.

63. Aparato según la reivindicación 61, en el que dicho valor de correlación es una función de un valor de correlación de transmisión y un valor de correlación de reflectancia, en el que dicha función es calculada por dicho circuito, y en el que dicho valor de correlación de transmisión es calculado por dicho circuito y es indicativo de un nivel de correlación entre dichos valores de transmisión detectados y valores almacenados en dicha plantilla correspondientes a los valores de transmisión, y en el que dicho valor de correlación de reflectancia es calculado por dicho circuito y es indicativo del nivel de correlación entre dichos valores de reflectancia detectados y dichos valores almacenados en dicha plantilla correspondientes a valores de reflectancia.

64. Aparato según la reivindicación 63, en el que dicha fuente de radiación comprende una cuarta pluralidad de tipos de emisor, en el que cada tipo de emisor emite radiación a una longitud de onda generalmente diferente de otros tipos de emisor, y en el que dicho circuito es operativo para calcular dicho valor de correlación de transmisión como una combinación de los valores de correlación del tipo de emisor calculados representativos de los niveles de correlación entre los valores de transmisión de dicho billete para cada uno de dichos tipos de emisor, y los valores almacenados en dichas plantillas correspondientes a cada uno de dichos tipos de emisor.

ES 2 328 752 T3

65. Aparato según la reivindicación 63, en el que dicha fuente de radiación comprende una cuarta pluralidad de tipos de emisor y en el que dicho circuito es operativo para calcular dicho valor de correlación de reflectancia en respuesta a un nivel de correlación entre dichos valores de reflectancia de dicho billete para cada uno de dichos tipos de emisor, y los valores almacenados en dichas plantillas correspondientes a cada uno de dichos tipos de emisor.
66. Aparato según la reivindicación 64, en el que dicho circuito es operativo para generar valores de reflectancia y transmisión para una quinta pluralidad de puntos de prueba generalmente alineados linealmente, extendiéndose dichos puntos de prueba en una línea sobre dicho billete, y en el que dichos valores de correlación de reflectancia y transmisión de billete son calculados por dicho circuito para todos los puntos de prueba en dicha línea para cada uno de dichos tipos de emisor calculando un valor representativo de un nivel de correlación con los valores almacenados en cada una de dichas plantillas correspondientes a dicha línea y a dicho tipo de emisor.
67. Aparato según la reivindicación 66, en el que dicho circuito es operativo para generar los valores de reflectancia y transmisión correspondientes a una sexta pluralidad de líneas de puntos de prueba, y en el que dichos valores de correlación de transmisión y reflectancia son calculados por dicho circuito a partir de los valores almacenados en dicha plantilla correspondiente a cada una de dichas líneas de puntos de prueba y tipo de emisor.
68. Procedimiento para determinar un tipo asociado con un billete que comprende las etapas siguientes:
- iluminar un punto de prueba (34) en un billete (30) con una fuente de radiación;
 - detectar un primer detector (20) la radiación reflejada desde dicho punto de prueba y generar una primera señal en respuesta a dicha radiación reflejada detectada;
 - detectar con un segundo detector (22) la radiación transmitida a través de dicho punto de prueba y generar una segunda señal en respuesta a dicha radiación transmitida detectada;
 - calcular con un circuito (24) un valor representativo del nivel de correlación entre dichas primera y segunda señales y los valores almacenados en una memoria de datos (26) correspondiente a las propiedades de transmisión y reflectancia adyacentes a dicho punto de prueba para una pluralidad de tipos de billete conocidos.
69. Procedimiento según la reivindicación 68, en el que dichos valores almacenados están dispuestos en conjuntos de valores almacenados, correspondiendo cada uno de dichos conjuntos de valores almacenados a uno de dichos tipos de billete conocidos, y que comprende además la etapa que consiste en proporcionar una señal indicativa del tipo de billete conocido que presenta el valor máximo representativo del nivel de correlación con dichas primera y segunda señales.
70. Procedimiento según la reivindicación 68, en el que dicha etapa de iluminación comprende la iluminación de dicho punto de prueba de manera secuencial con una segunda pluralidad de tipos de emisores de radiación (32), emitiendo cada tipo de emisor radiación en una longitud de onda generalmente diferente que los otros tipos de emisor.
71. Procedimiento según la reivindicación 70, en el que en dicha primera etapa de detección dicha segunda pluralidad de primeras señales son generadas cada una correspondiendo a un tipo de emisor, y en el que en dicha etapa de cálculo se calcula un primer valor de correlación representativo de un nivel de correlación entre cada una de dichas primeras señales para dicho billete y los primeros valores almacenados correspondientes a la reflectancia de dicho tipo de emisor para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos.
72. Procedimiento según la reivindicación 71, en el que en dicha segunda etapa de detección dicha segunda pluralidad de segundas señales se generan cada una correspondiendo a un tipo de emisor, y en el que en dicha etapa de cálculo se calcula un segundo valor de correlación representativo de un nivel de correlación entre cada una de dichas segundas señales para dicho billete y los segundos valores almacenados correspondientes a la transmisión de dicho tipo de emisor correspondiente a través de cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos.
73. Procedimiento según la reivindicación 72, en el que dicha etapa de cálculo comprende el cálculo de dichos primer y segundo valores de correlación para dicho billete y cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, siendo calculado dicho valor representativo de un nivel de correlación como función de dichos primer y segundo valores de correlación.
74. Procedimiento según la reivindicación 72, y que comprende además la etapa que consiste en realizar dichas primera y segunda etapas de detección adyacentemente a una tercera pluralidad de puntos de prueba en dicho billete, estando dichos puntos de prueba dispuestos en una cuadrícula, y en el que dichos primer y segundo valores almacenados son representativos de las propiedades de transmisión y reflectancia adyacentes a cada uno de dichos puntos de prueba en dicha retícula para cada uno de dichos tipos de billete conocidos, y dichos valores se almacenan como datos representativos de una plantilla en dicha memoria de datos, y en el que dicha etapa de cálculo comprende además la generación con dicho circuito de un conjunto de valores almacenados que comprende los valores de cada plantilla, y el cálculo de dicho valor representativo de un nivel de correlación como función de valores correspondientes a dichas primera y segunda señales para cada uno de dichos puntos de prueba en dicho billete y dichos primer y segundo valores en cada uno de dichos conjuntos de valores almacenados.

ES 2 328 752 T3

75. Procedimiento según la reivindicación 68, en el que dicha etapa de iluminación comprende la iluminación de una segunda pluralidad de puntos de prueba en una retícula en dicho billete, siendo cada punto de prueba iluminado secuencialmente por una tercera pluralidad de tipos de emisores de radiación, produciendo cada tipo de emisor de radiación una radiación a una longitud de onda generalmente diferente de los otros tipos de emisores, y en el que dichas primera y segunda etapas de detección comprenden la generación de las primera y segunda señales en cada uno de dicha segunda pluralidad de puntos de prueba para cada uno de dicha tercera pluralidad de emisores, y en el que dicha etapa de cálculo comprende la generación con dicho circuito de los valores de reflectancia y transmisión en respuesta a cada una de dichas primeras y segundas señales respectivamente, y en el que dichos valores de reflectancia y transmisión están dispuestos en un conjunto de valores detectados, y en el que dicha etapa de cálculo comprende además la generación con dicho circuito de los conjuntos de valores almacenados que comprenden valores almacenados de dicha memoria de datos, y en el que dichos conjuntos de valores almacenados corresponden a los valores de reflectancia y transmisión para cada uno de dicha pluralidad de tipos de billete conocidos, y en el que dicho valor representativo de un nivel de correlación se calcula para dicho conjunto de valores detectados y para cada uno de dichos conjuntos de valores almacenados.

76. Procedimiento según la reivindicación 75, y que comprende además anterior a dicha etapa de iluminación la etapa de almacenamiento en dicha memoria de datos de los valores almacenados correspondientes a dichos valores de reflectancia y transmisión para cada tipo de emisor adyacente a cada punto de prueba para cada uno de dichos tipos de billete conocidos dispuestos en una cuarta pluralidad de posiciones espaciales.

77. Procedimiento según la reivindicación 68, y que comprende además anterior a dicha etapa de cálculo la etapa de determinación de un ángulo de desalineación de dicho billete a partir de dichas primera y segunda señales, y en el que en dicha etapa de cálculo se seleccionan dichos valores almacenados a partir de dicha memoria de datos en respuesta a dicho ángulo de desalineación, y en el que dicho valor representativo de un nivel de correlación es calculado por dicho circuito utilizando dichos valores seleccionados.

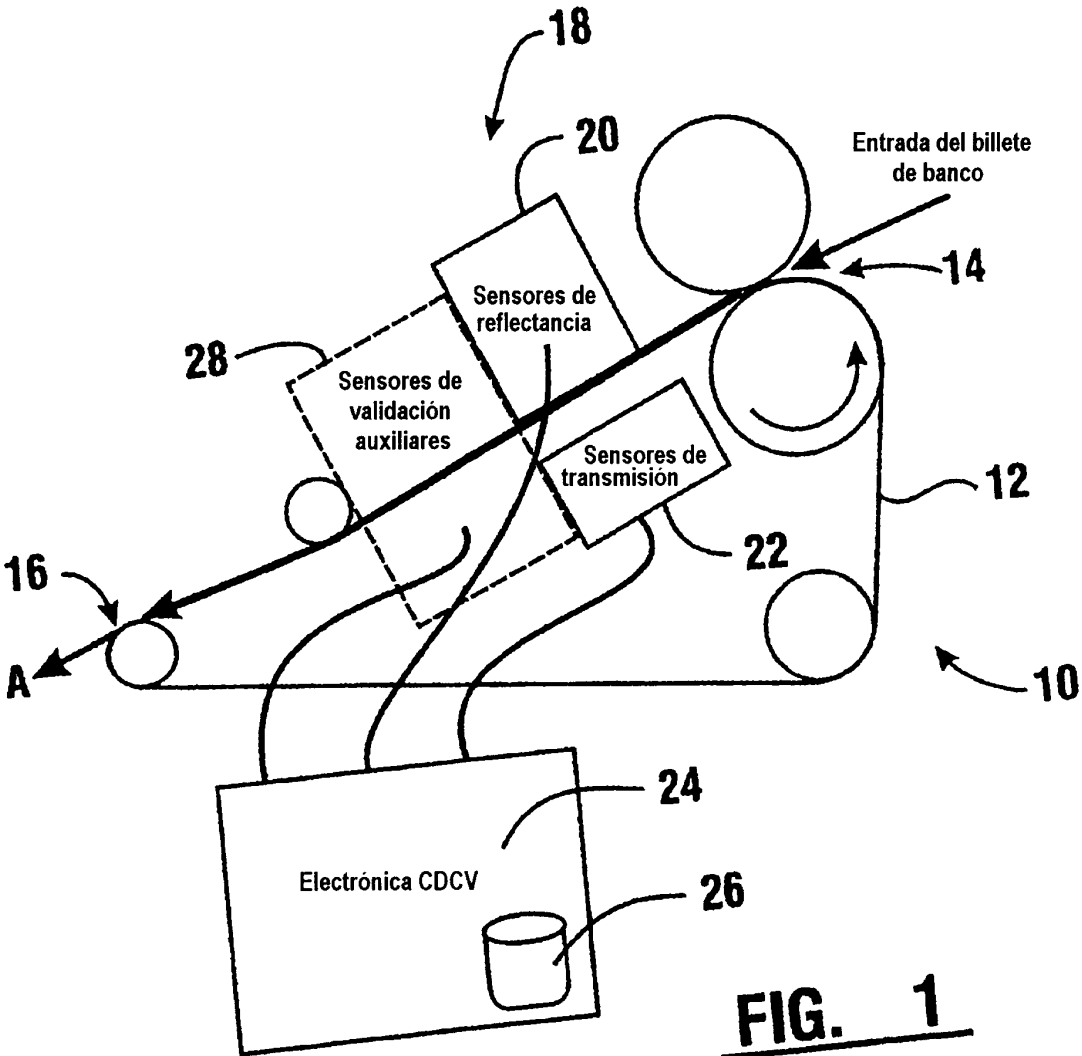


FIG. 1

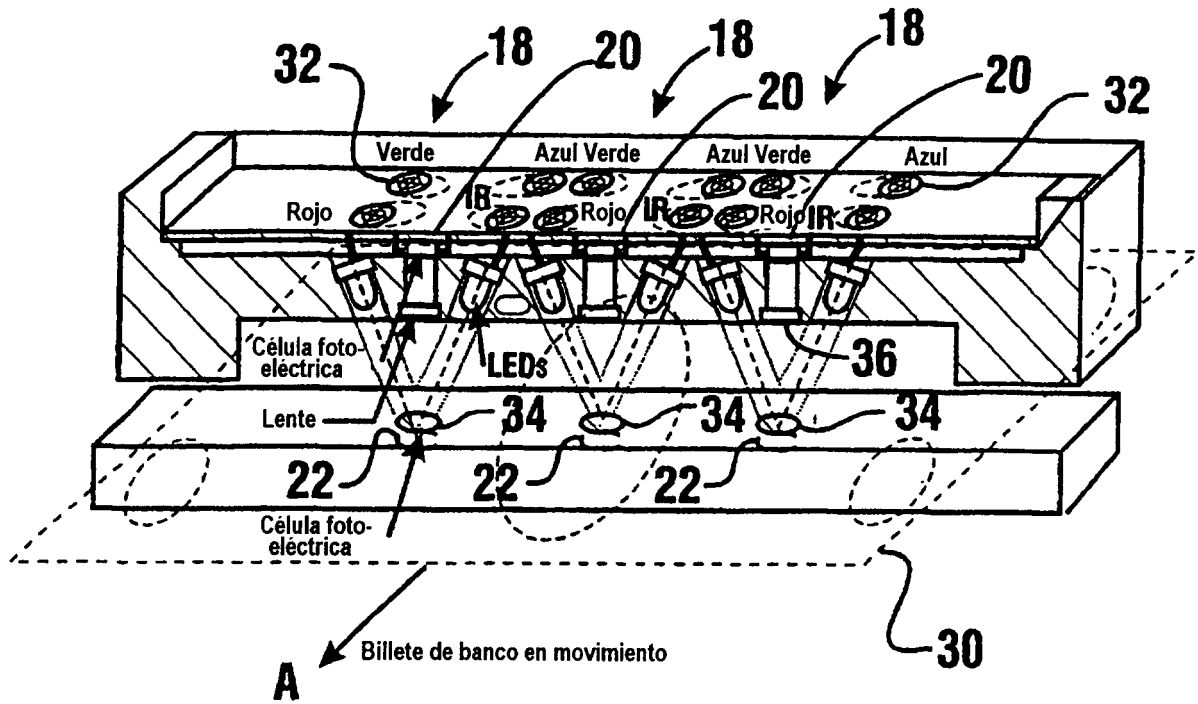


FIG. 2

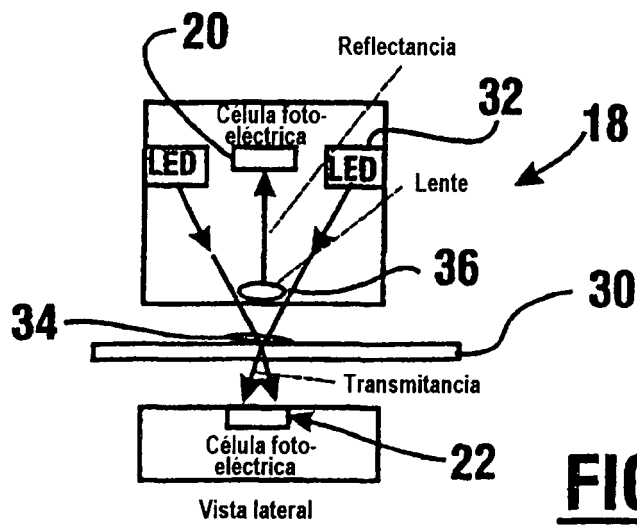


FIG. 3

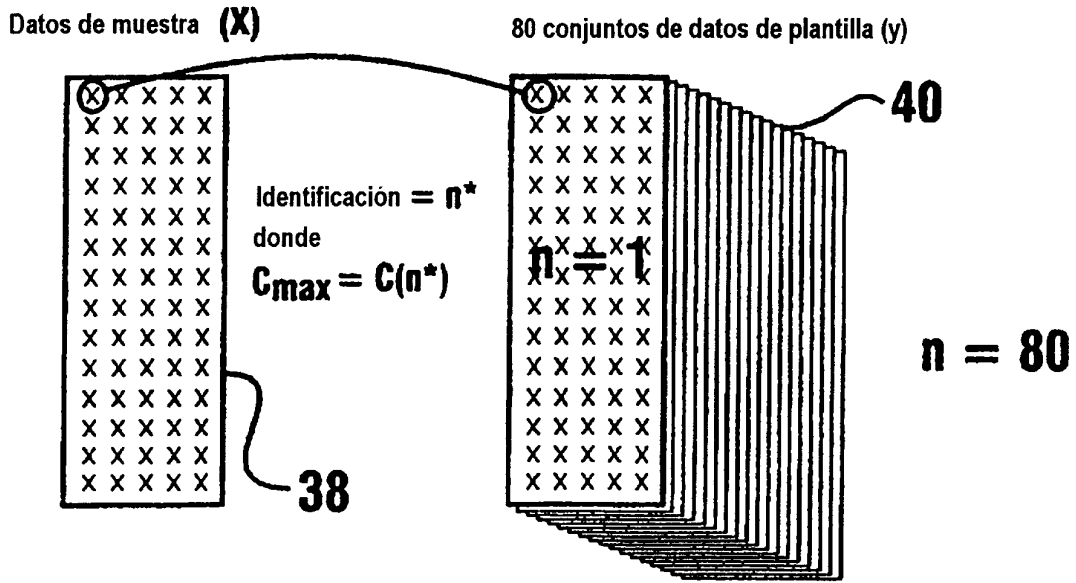


FIG. 4

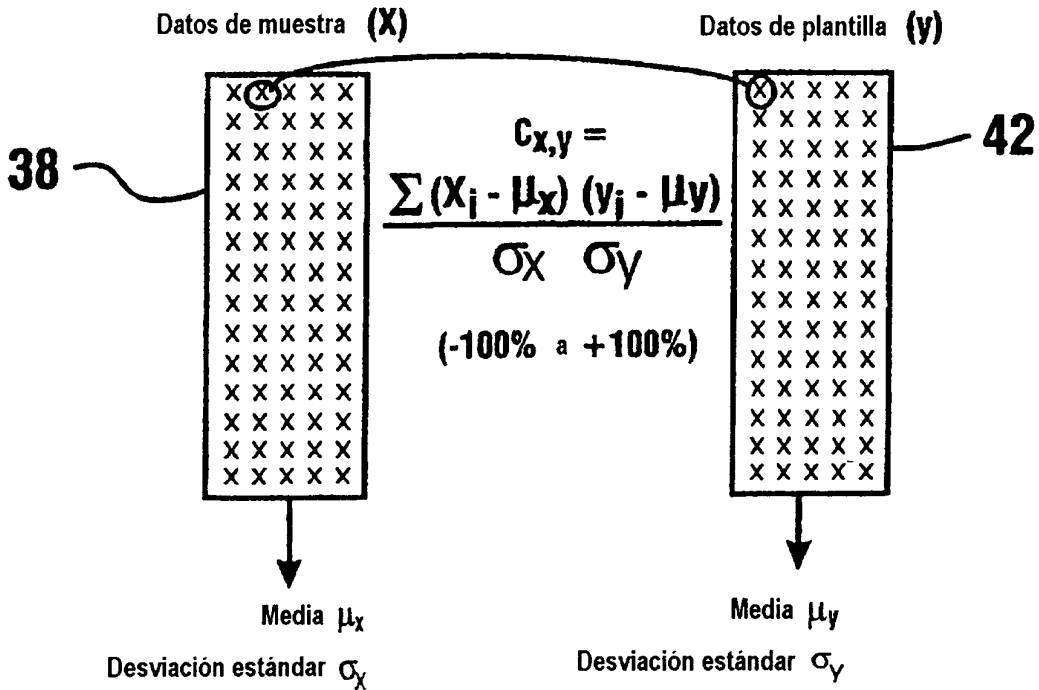


FIG. 5

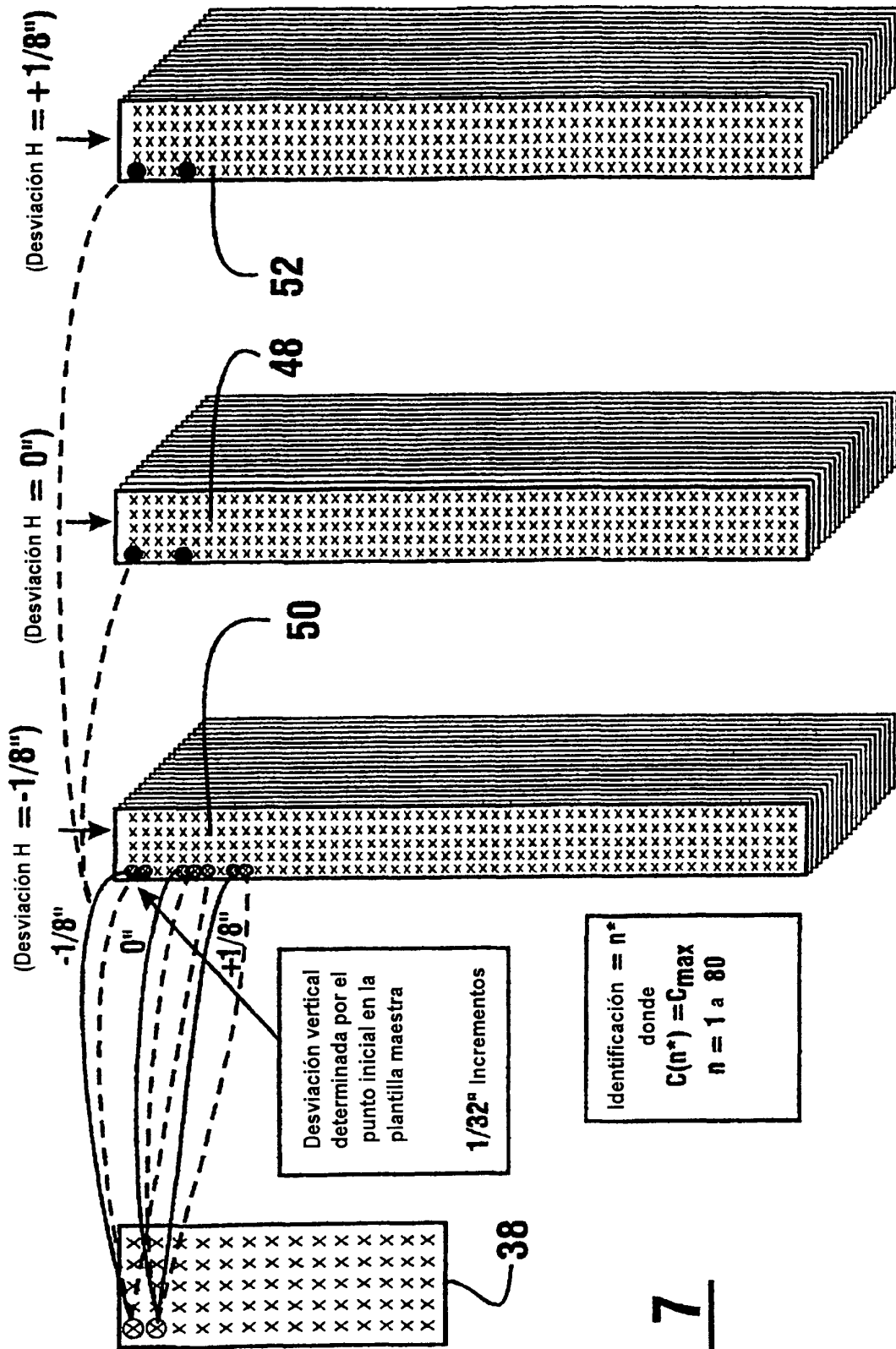


FIG. 7

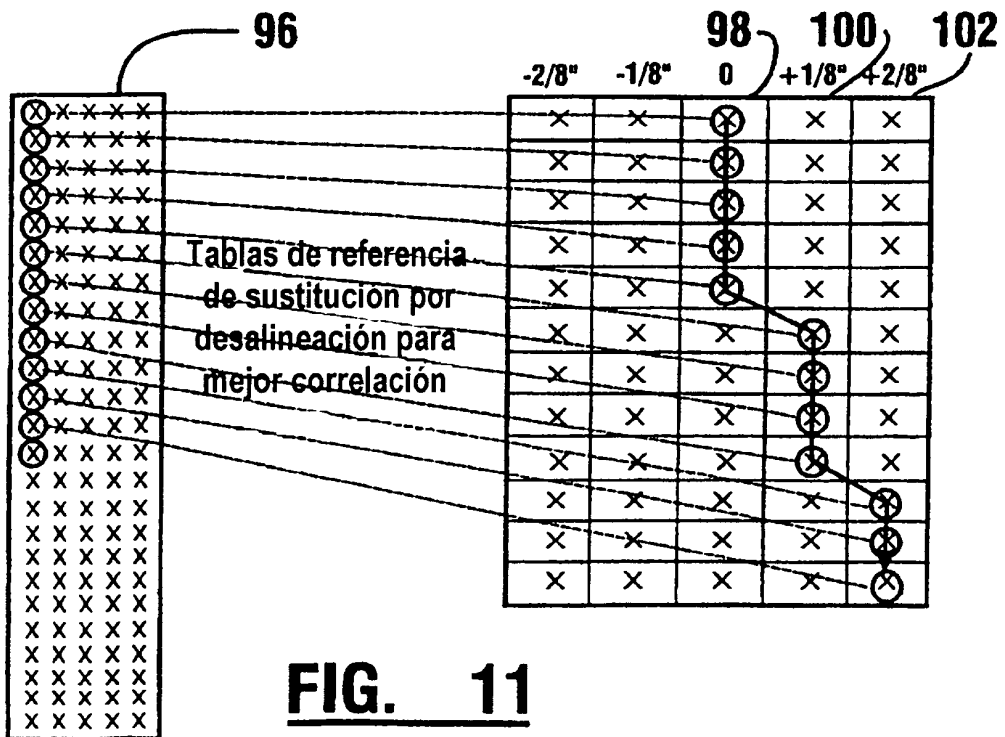
94

S C A N	REFL. VERDE			REFL. ROJA			REFL. AZUL			REFL. IR			TRANS. VERDE			TRANS. ROJA			TRANS. AZUL			TRANS. IR		
	L	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	R
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

X = VALOR DETECTOR

FIG. 10

Datos y Tablas de referencia de n columnas



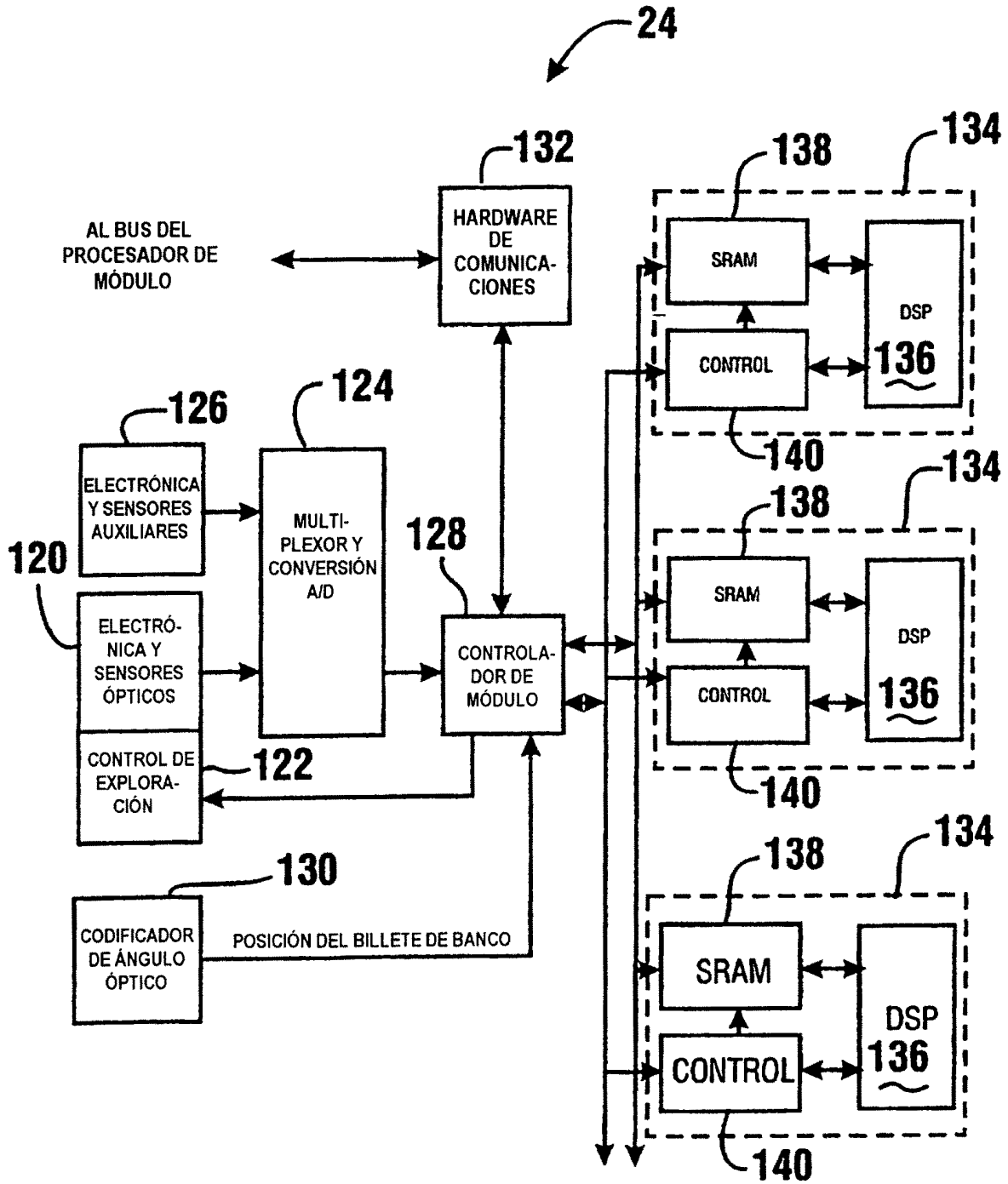


FIG. 13

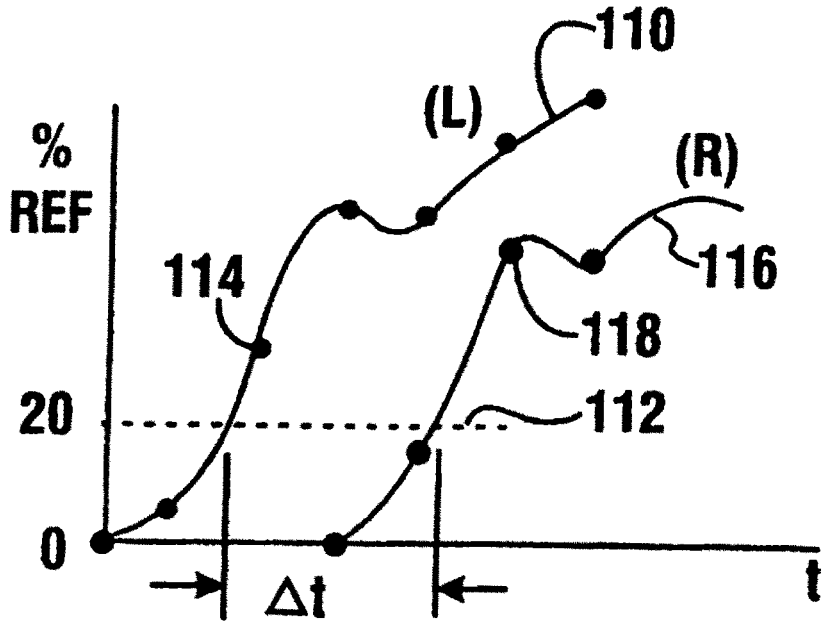


FIG. 14

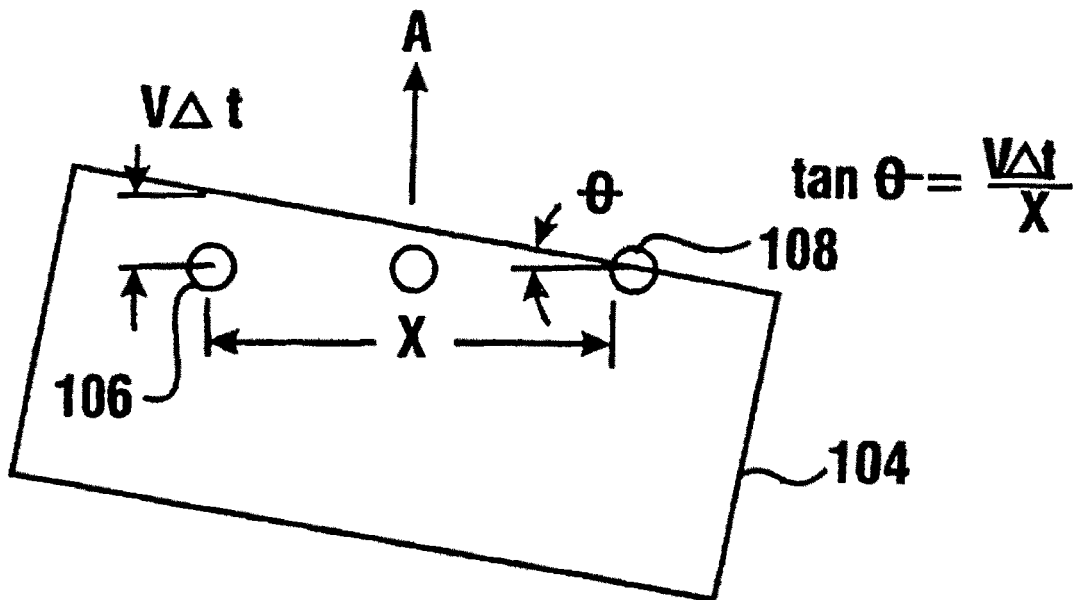


FIG. 15