

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 444**

51 Int. Cl.:

G07D 7/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2005 E 05753622 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **31.01.2007 EP 1747540**

54 Título: **Procedimiento de reconocimiento y de seguimiento de soportes fibrosos, así como las aplicaciones de dicho procedimiento en particular en el campo de la informática**

30 Prioridad:

11.05.2004 FR 0405066

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

31.01.2013

73 Titular/es:

**SIGNOPTIC TECHNOLOGIES (100.0%)
SAVOIE TECHNOLAC 12, ALLÉE LAC DE GARDE
73370 LE BOURGET DU LAC, FR**

72 Inventor/es:

**BOUTANT, YANN;
LABELLE, DAVID y
SEUX, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 394 444 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

Procedimiento de reconocimiento y de seguimiento de soportes fibrosos, así como las aplicaciones de dicho procedimiento en particular en el campo de la informática

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de reconocimiento y de seguimiento de soportes fibrosos, así como a las aplicaciones de dicho procedimiento en particular en el campo de la informática, y de manera más precisa para un acceso controlado a unos datos seguros.

10 Los soportes fibrosos como los diferentes tipos de papel, de cartón, de materiales no tejidos se utilizan de forma habitual como soportes de información, embalajes de productos, productos técnicos, etc. Los soportes fibrosos constituyen hoy en día unos soportes para datos sensibles o de valor (billetes de banco, cheques, documentos de identidad, etc.), se utilizan en entornos sensibles (Estados, bancos, etc.), otros son los continentes de productos sensibles o de valor (embalajes, sobres, etc.), otros también cumplen con unas funciones técnicas sensibles
15 (filtración, conservación, etc.).

Los procedimientos de la técnica anterior de reconocimiento o de autenticación de materiales fibrosos, aplicados en su mayoría a los papeles, se realizan en la mayoría de los casos mediante la adición de elementos de seguridad como elementos físicos (planchetas reactivas o no, hilo de seguridad, etc.) y/o de sustancias químicas (reactivos) y unos métodos de fabricación particulares (filigranas, selección de las fibras, texturizado, tratamiento de superficie, etc.). Esos elementos de seguridad incorporados al material inicial permiten hacer más difícil la falsificación del soporte fibroso, pero no permiten reconocer de manera individual cada soporte y, sobre todo, multiplican de forma considerable los costes de producción de ese tipo de materiales.

25 El documento US 6 584 214 describe un método para autenticar un elemento con una estructura interna pluridimensional compleja, en la cual la estructura tridimensional contiene, por ejemplo, unas burbujas, unas cavidades o unas partículas fijadas de manera permanente a una matriz polimérica.

El documento US 4 677 435 describe un procedimiento de identificación de un documento, que comprende una etapa que consiste en escanear inicialmente la estructura de granos microscópicos en el interior del lugar del sello formado en el grano en un documento, y una etapa que consiste en escanear con posterioridad la estructura de unos granos microscópicos y comparar los píxeles de datos obtenidos en esas dos etapas para determinar si existe una correlación entre los granos lo que indica que el documento escaneado posteriormente es el mismo documento que el documento escaneado inicialmente.

35 La solicitud de patente EP 1 202 225 propone utilizar los atributos físicos únicos de un documento para generar en una primera etapa una clave asociada al documento que está codificada en forma de una imagen, impresa esta en el documento. Para verificar la autenticidad de un documento, se genera en una segunda etapa, en las mismas condiciones que en la primera etapa, una clave que está codificada en forma de una imagen y se compara la imagen obtenida con la que está impresa en el documento. Si la imagen generada durante la autenticación es idéntica a la imagen impresa en el documento, este se considera que es auténtico; en caso contrario, se considera que es no-
40 auténtico.

Ahora bien, los inventores han comprobado que cuando se encuentra en unas condiciones « normales » de utilización del procedimiento, el documento se ha podido modificar ligeramente, por ejemplo, haberse plegado, perforado, impreso, etc. a lo largo de su uso, tras el registro de la clave impresa en forma de imagen en este último. Además, el documento se mantiene « vivo » durante su uso y las variaciones del entorno (humedad, luz, etc.) pueden hacer variar ligeramente sus dimensiones o su coloración y, en consecuencia, la clave generada y la imagen asociada.

50 Por otra parte, las condiciones de extracción de la clave son difícilmente reproducibles de forma exacta si se utilizan materiales diferentes de adquisición o de iluminación, por ejemplo.

En consecuencia, ese método de autenticación que utiliza una comparación exactamente idéntica no se puede considerar satisfactoria, dado que elimina de forma sistemática cualquier documento que lleve una imagen diferente a la que se ha obtenido en la verificación de la autenticidad, sin que se tengan en cuenta los problemas ligados a la vida del documento, ni aquellos ligados a la reproducibilidad de las mediciones.

60 Habiendo constatado las carencias de las técnicas de la técnica anterior existente en el campo de la autenticación de documentos, los inventores proponen ofrecer un procedimiento de aceptación de un soporte fibroso candidato, de papel, cartón o un material no tejido, como soporte fibroso auténtico, que comprende las siguientes etapas:

- generación de al menos una firma digital auténtica a partir de una característica estructural extraída de una zona de referencia de un soporte fibrosos calificado de auténtico, dicha firma digital representando la estructura fibrosa de la zona de referencia, y almacenamiento de esta en un soporte de datos digitales;
- generación de una firma digital candidata a partir de una característica estructural extraída de una zona de

referencia del soporte fibroso candidato, dicha firma digital representando la estructura fibrosa de la zona de referencia;

- comparación de la firma digital candidata con al menos una de las firmas digitales auténticas previamente almacenadas, de tal modo que se emita una decisión positiva o negativa de aceptación del soporte fibroso candidato.

En el procedimiento de acuerdo con la invención:

- la característica estructural del soporte fibroso candidato y del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) se obtiene examinando un volumen del soporte;
- la comparación determina, de acuerdo con un método estadístico, un índice de similitud entre la primera firma digital candidata y la firma digital auténtica, y compara ese índice de similitud con un umbral de aceptación dado, seleccionado para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital candidata no coincide de forma exacta con la firma digital auténtica con la que esta se compara.

El método estadístico utilizado va a permitir, en particular, en función del umbral de aceptación seleccionado y/o de la aplicación de un tratamiento digital para generar la firma digital, reconocer un soporte fibroso que ha experimentado unas modificaciones voluntarias o involuntarias como impresión, perforación, pliegues, manchas, etc., a lo largo de su existencia o de su uso.

De manera ventajosa, el procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención presenta una o varias de las siguientes características:

el umbral de aceptación se selecciona para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico, cuya zona de referencia a experimentado unas modificaciones entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata;

- el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico cuya zona de referencia ha experimentado algunas modificaciones entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata y se emite una decisión positiva de aceptación; en particular, el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico cuya zona de referencia ha experimentado una impresión, perforación, corte, plegado, escritura manuscrita, plastificación, revestimiento con una banda magnética, tratamiento de superficie, coloración, impregnación, gofrado y, en particular, una impresión o unas perforaciones, entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata;

- la firma digital candidata se genera sometiendo a la característica estructural detectada a un tratamiento digital complementario que reduce el impacto de las modificaciones que se han producido en la zona de referencia entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata;

- la firma digital candidata se genera sometiendo a la característica estructural digitalizada a un procedimiento de erosión y/o a un filtrado y/o umbralización;

- la zona de referencia del o (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) es (son) la totalidad o parte de un soporte fibroso en blanco o una parte en blanco de un soporte fibroso, y en particular una hoja de papel en blanco;

- la firma digital auténtica y la firma digital candidata representan la estructura caótica, compleja, única y prácticamente invariable a lo largo del tiempo de la zona de referencia de la que estas se extraen;

- la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato detectada corresponde a la porosidad interna, a la apariencia estructural al trasluz, o a la organización tridimensional de la red de fibras a escala microscópica o macroscópica;

la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato se obtiene mediante la detección de la interacción del soporte fibroso con la luz visible, mediante visión al trasluz;

- la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato se somete al menos a un tratamiento analógico o digital, seleccionado entre los filtros espaciales o de frecuencia, por ejemplo, pasa alto, pasa bajo, pasa banda, la transformada de Fourier, las transformadas denominadas de onda, los descriptores, los algoritmos que permiten analizar y/o transformar y/o reorganizar y/o clasificar y/o umbralizar los datos en bruto extraídos de la o de las características estructurales, las operaciones de convoluciones/desconvoluciones, las operaciones lógicas y aritméticas entre imágenes y/o señales; por ejemplo, se podrá utilizar una transformada de Fourier de una señal-imagen, en particular un algoritmo de transformada rápida de Fourier (« FFT ») si la señal es de naturaleza discreta, o una lente de Fourier si la señal es de naturaleza óptica;

- el umbral de aceptación se selecciona de tal modo que permita la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que el soporte fibroso es un soporte fibroso auténtico, aunque su firma digital no coincida de manera exacta con la firma digital auténtica de dicho soporte auténtico con la que esta se compara, a causa de diferencias en las condiciones de obtención de la firma digital, y en particular de medición de la característica estructural;

- la firma digital candidata se compara con varias firmas digitales auténticas previamente almacenadas en una base de datos;

- la emisión de una decisión positiva de aceptación se acompaña de la identificación de la firma digital

auténtica que ofrece el mejor índice de similitud;

- comprende, por otra parte, una etapa de cálculo y de emisión de un índice de confianza de la decisión de aceptación emitida;
- las firmas digitales son dinámicas y se obtienen a partir de soportes fibrosos en desplazamiento con respecto a un sensor de medición de la característica estructural.

De acuerdo con otro de sus aspectos, la presente invención tiene por objeto un dispositivo adaptado para la aplicación del procedimiento de aceptación tal y como se ha definido con anterioridad, que comprende:

- unos medios para extraer mediante visión al trasluz una característica estructural de una zona de referencia de un soporte fibroso candidato, que representa la estructura fibrosa de la zona de referencia, que comprenden un sensor como una cámara, CCD o CMOS;
- unos medios de digitalización y eventualmente de tratamiento/codificación de la característica estructural medida en una firma digital candidata;
- unos medios de cálculo, de acuerdo con un método estadístico, de un índice de similitud entre la firma digital candidata y una firma digital auténtica previamente almacenada en un soporte de datos digitales;
- unos medios para comparar el índice de similitud obtenido con un umbral de aceptación dado, seleccionado para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital candidata no coincide de manera exacta con la firma digital auténtica con la que esta se compara;
- unos medios de emisión de una decisión positiva o negativa de aceptación.

Los medios de tratamiento de la característica estructural pueden comprender unos algoritmos que permiten reducir el impacto de las modificaciones, producidas en el soporte fibroso tras la generación de su firma digital auténtica y su registro como auténtica, por ejemplo impresión, perforaciones, pliegues, manchas, en particular unos medios de tratamiento mediante erosión, filtrado y/o umbralización.

De acuerdo con otro de sus aspectos, la invención propone ofrecer nuevas soluciones informáticas de acceso seguro, que presentan un alto grado de seguridad, seguridad ligada a la complejidad y la unicidad de la estructura de los soportes fibrosos y una gran fiabilidad a través de la aplicación del procedimiento estadística de aceptación que se ha descrito con anterioridad.

Del mismo modo, la invención también tiene por objeto un procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso, que aplica un procedimiento de aceptación tal y como se ha definido con anterioridad, la emisión de una decisión positiva de aceptación condicionando la autorización de acceso.

En particular, la invención prevé en el marco de aplicaciones particulares del procedimiento de aceptación, en algunos procedimientos de control de accesos seguros a informaciones sensibles, comparar la firma digital candidata con varias firmas digitales auténticas, cada firma digital auténtica habiéndose asociado previamente mediante indización a una información sensible y habiéndose almacenado en una base de datos, y acompañar la emisión de una decisión positiva de aceptación a la identificación de la firma digital auténtica que ofrece el mejor índice de similitud, y al acceso a la información asociada a dicha firma digital auténtica.

La presente invención se entenderá mejor a partir de la descripción que se hace a continuación, en referencia a las figuras que se adjuntan.

La **figura 1** ilustra las diferentes etapas de una variante del procedimiento de acuerdo con la invención.

La **figura 2** ilustra una etapa del procedimiento de acuerdo con la invención y muestra los índices de similitud que se obtienen al comparar una firma digital auténtica (de un papel auténtico) almacenada con la que se obtiene con posterioridad para el mismo papel auténtico, el mismo papel auténtico modificado por impresión y un papel diferente.

La **figura 3** muestra en forma de gráfico diferentes curvas de distribución del número de muestras (n) en función de un índice de similitud (IS) calculado utilizando el procedimiento de la invención.

Uno de los objetos de la presente invención es ofrecer un método general para el reconocimiento de un soporte fibroso, basado en una prueba estadística de similitud entre una firma digital extraída de dicho soporte fibroso y una firma digital de un soporte fibroso « auténtico » previamente almacenada en un soporte de datos digitales, y en particular de una base de datos. La primera etapa del procedimiento consiste en detectar una característica estructural de un soporte fibroso auténtico, en generar una firma digital auténtica a partir de dicha característica y en registrarla y conservarla de forma permanente. La firma digital auténtica se almacena en un soporte de datos digitales y no es necesario imprimirla en el soporte fibroso auténtico. Un soporte de datos digitales se puede presentar en forma de cualquier unidad de almacenamiento de datos informáticos. De la misma manera, se pueden generar varias firmas digitales a partir de diferentes soportes fibrosos auténticos y almacenados, de manera ventajosa en una base de datos. Esta etapa se puede realizar, por ejemplo, en unos soportes fibrosos en blanco, antes de hayan experimentado ninguna transformación. La segunda etapa consiste en detectar, de nuevo, una característica estructural a partir de un soporte fibroso candidato y en generar una firma digital candidata, y en

compararla con la o con las diferentes firmas digitales auténticas previamente almacenadas con el fin de verificar si el soporte fibroso candidato se ha reconocido como auténtico a pesar de las modificaciones que haya podido sufrir. Por último, en función del resultado de la comparación, se emite una decisión positiva o negativa del soporte fibroso candidato como soporte fibroso auténtico.

5

Los procedimientos de la invención utilizan unas firmas digitales que se obtienen a partir de al menos una característica estructural de un soporte fibroso de papel, cartón o un material no tejido, seleccionado por sus características estructurales. Como consecuencia, todos los procedimientos de acuerdo con la invención comprenden al menos una etapa de obtención de al menos una firma digital a partir de un soporte fibroso de papel, cartón o un material no tejido, de manera más precisa una etapa de detección de al menos una característica estructural del material de papel, cartón o un material no tejido, con el fin de generar al menos una firma digital. El soporte fibroso de papel, cartón o un material no tejido utilizado tiene una estructura compleja, caótica, única y prácticamente invariable a lo largo del tiempo. De acuerdo con su significado clásico, una « firma digital » de una zona del soporte fibroso designa una representación, una caracterización digital que es específica de la zona observada. De acuerdo con la invención, una firma digital se extrae de la estructura del material que constituye el soporte fibroso, esta se obtiene a partir de al menos una característica del material que representa su estructura. De manera ventajosa, la firma digital presenta un carácter aleatorio. En particular, las firmas digitales se pueden presentar en forma de una imagen digital de la estructura del elemento material, tal y como se ilustra en la **figura 2**.

10

15

20

Por soporte fibroso de papel, cartón o un material no tejido se entiende un elemento físico hecho de papel, cartón o un material no tejido; ese elemento físico se puede presentar de múltiples formas: película, hoja, caja, sobre, tarjeta, etc.

25

La presente invención se aplica a cualquier tipo de papel, cartón o material no tejido, de fibras de celulosa, de fibra de vidrio, de carbono, de plástico, de cerámica, de amianto, o de una mezcla de esas fibras, etc., eventualmente combinadas con unas cargas minerales y otros aditivos (ligantes, por ejemplo). Se prefieren los tipos de papel y de cartón clásicos de fibras de celulosa. Esos soportes fibrosos están formados por un material poroso extremadamente complejo, anisotrópico y heterogéneo en el cual las fibras se pueden juntar formando agregados. Por ello, todos los soportes fibrosos, sean del tipo que sean, presentan una estructura fibrosa tridimensional única, compleja, caótica y prácticamente invariable a lo largo del tiempo. Los soportes fibrosos se fabrican por lo general en tiras continuas y tradicionalmente en forma de hoja, aunque también existen otras formas. Los soportes fibrosos de papel, cartón o un material no tejido reúnen unas características al mismo tiempo determinísticas y aleatorias. Será conveniente, en el marco de la invención, extraer su parte aleatoria de la mejor forma posible. Esos soportes fibrosos también son, por lo general, no-copiables/no-reproducibles.

30

35

Los soportes fibrosos auténticos de acuerdo con la invención pueden ser de cualquier tipo, no es necesario que estén impresos, ni que hayan experimentado una transformación particular. El procedimiento de acuerdo con la invención se puede aplicar a los soportes fibrosos existentes, se hayan transformado o no, se hayan usado o no. El soporte fibroso no tiene que fabricarse exclusivamente para este uso.

40

Los soportes fibrosos auténticos pueden ser de un material que acaba de salir de la línea de producción, una hoja en blanco, un documento impreso, un sobre, una etiqueta, una caja de cartón plano u ondulado, una tarjeta de acceso, una tarjeta de identificación, un billete usado, etc. Cualquier tipo de papel se puede utilizar con planchetas reactivas o no y/o hilos de seguridad y/o sustancias fisicoquímicas (reactivos) y/o marcas de agua y/o una textura particular y/o tratamiento de superficie y/o coloración y/o agentes blanqueadores, etc. Pero, en el marco de la invención, es la estructura fibrosa del soporte fibroso el que resulta esencial para generar la firma digital. Los soportes fibrosos auténticos pueden ser un soporte en movimiento, en ese caso la firma digital generada, tal y como se describirá a continuación, es « dinámica ».

45

50

Los soportes fibrosos de papel, cartón o un material no tejido, y en particular los soportes de papel, combinan una estructura, muy compleja, un aspecto caótico en diferentes escalas, una unicidad de cada zona y, si no se han visto sometidos a una agresión externa excesiva que podría acarrear la destrucción total de su estructura, son prácticamente invariables a lo largo del tiempo a causa de un envejecimiento muy lento en unas condiciones externas normales. Por caótico se entiende que su estructura fibrosa no se puede reproducir ni predecir, es aleatoria. De este modo, al examinar la estructura de una zona de referencia de dicho soporte fibroso, se puede extraer una o varias características que representan la estructura caótica, compleja, única y en principio bastante estable de la zona examinada. El procedimiento de acuerdo con la invención utiliza una característica estructural extraída para generar, tras su digitalización y eventualmente su tratamiento/codificación, una o varias firmas digitales. Cada firma digital que se obtiene con una zona de referencia de un soporte fibroso no se puede obtener con otro soporte fibroso, ni siquiera con otra zona del mismo soporte fibroso. Obviamente, la zona de referencia de la que se extrae la característica estructural se puede extender al conjunto del soporte fibroso.

55

60

El papel, cartón o material no tejido es un material tridimensional y no se puede reducir o asimilar a una simple capa o una superficie. Multitud de propiedades fundamentales son consecuencia de su grosor, como la porosidad/permeabilidad, la compresibilidad, la rigidez, etc. La unicidad de la estructura de un material de este tipo está garantizada por el entrelazamiento aleatorio en varias capas de fibras elementales que se han sometido a un

65

tratamiento fisicoquímico previo a su utilización. La propia estructura de esa red es el elemento más permanente de un material de papel, cartón o un material no tejido, y no se puede destruir sin destruir el propio material. En el sentido de la invención, se extrae una característica estructural del material fibroso, es decir, una característica que representa la organización caótica interna del material. Al examinar la estructura del material y, por lo tanto, al observar un volumen de ese último, se garantiza prácticamente la invariabilidad de la característica estructural extraída. Además, la característica estructural detectada, dado que ofrece las propiedades del material a una determinada profundidad, permite extraer una información compleja. En la característica estructural extraída y en la firma digital generada se encuentra el carácter complejo, caótico, único y prácticamente invariable a lo largo del tiempo de la estructura del material que constituye el soporte fibroso.

La detección de características de la superficie de un papel, cartón o un material no tejido no está adaptada en la práctica a las aplicaciones consideradas en la presente invención, ya que:

- el estado de la superficie de un papel, cartón o material no tejido se puede modificar fácilmente de forma intencional o no, alisándola (por ejemplo, con la uña), gofrándola (marcado mecánico de la superficie), etc.; esas modificaciones impiden cualquier intento de recuperar información pertinente del soporte fibroso candidato; mientras que la estructura volúmica del material tras esas transformaciones se mantiene prácticamente inalterado;
- las transformaciones del tipo impresión, perforaciones, escritura, etc., alteran más las características de la superficie del material que sus características volúmicas;
- en la práctica resulta imposible plastificar un material de papel, cartón o un material no tejido y seguir conservando las características de superficie iniciales, mientras que la estructura interna volúmica se mantiene accesible e intacta; y, no obstante, la plastificación es un medio simple y eficaz para proteger y, por lo tanto, aumentar el tiempo de vida útil de un material fibroso.

De este modo, en el marco de la invención, no se limita a detectar un estado de la superficie de la zona de referencia, sino que es al contrario, una característica representativa de la estructura fibrosa tridimensional en un determinado volumen, un determinado grosor. La estructura fibrosa de un soporte fibroso se puede examinar de múltiples formas, observando un volumen del soporte fibroso: porosidad interna, apariencia estructural al trasluz, organización tridimensional de la red de fibras a escala microscópica o macroscópica, coloración o impresión que representa la estructura interna del material, marcadores ópticos, magnéticos o físicos que lleva la estructura fibrosa, que son todas características únicas que se pueden extraer. También se pueden observar conjuntamente diferentes propiedades del soporte fibroso. Por ejemplo, en el caso de un papel de seguridad, se puede detectar, por una parte, la apariencia estructural al trasluz y, por otra parte, los elementos particulares que contiene el papel.

La medición de dicha característica estructural de un soporte fibroso que representa su estructura caótica, compleja, única y prácticamente invariable, y su digitalización, seguida eventualmente de un tratamiento digital para obtener una firma digital se pueden realizar de diferentes formas. Por lo general, la característica se mide en una zona de referencia que corresponde a una parte localizada del soporte fibroso o a todo el soporte fibroso.

La característica estructural se extrae generalmente con un sensor de medición que permite obtener una representación, una caracterización de la organización interna del soporte fibroso, en un volumen de este último. Por ejemplo, se pueden utilizar unos métodos sin contacto (ópticos y/o electromagnéticos) en los cuales una onda o radiación electromagnética interactúa mediante reflexión y/o absorción y/o transmisión y/o difusión y/o refracción y/o difracción y/o interferencia con el soporte fibroso, que emplean un sensor óptico/electrónico para realizar la medición y la adquisición, e incluso la digitalización. El o los sensores utilizados se pueden colocar entonces en cualquier posición con respecto al soporte fibroso observado y con respecto a la o a las fuentes de radiación. Tradicionalmente, las radiaciones que se utilizan pueden ser la luz visible y/o infrarroja (IR) y/o ultravioleta (UV) y/o láser o rayos beta y/o rayos gamma y/o rayos X y/o de otro tipo. La elección de la o de las radiaciones y del o de los sensores que se utilizan se puede ver influida por la aplicación del procedimiento, el tipo de soporte fibroso escogido, la escala de medida seleccionada, el coste de la aplicación, etc. El o los sensores que se utilizan pueden ser fijos con respecto a la fuente y/o al soporte fibroso, o estar en movimiento relativo. De manera ventajosa, la detección/digitalización de la característica estructural se obtiene mediante la detección de la interacción del soporte fibroso con la luz visible, mediante la transmisión, en particular por medio de un sensor, como una cámara, CCD o CMOS.

También se pueden utilizar métodos con contacto entre el soporte fibroso y el o los sensores de medición. El sensor es entonces del tipo palpador, integrando eventualmente, además de la dimensión mecánica, unas dimensiones electromagnéticas (comportamiento magnético) o de otro tipo. En ese caso, es necesario un movimiento relativo del palpador y del soporte fibroso. Otra alternativa es utilizar el soporte fibroso como soporte de una onda ultrasónica o de otra tensión (eléctrica, térmica, química, biológica, etc.) y grabar en diferentes orientaciones el comportamiento, es decir la respuesta del soporte fibroso sometido a esa onda, de la tensión aplicada.

Los materiales fibrosos pueden estar en movimiento relativo con respecto al sensor (por ejemplo una bobina de papel que se desenrolla frente a una cámara fija, o un disco de papel en rotación con un sensor en desplazamiento radial, etc.): la característica estructural se mide entonces de forma continua de tal modo que se genere una firma

digital « dinámica ».

La extracción de las características estructurales del soporte fibroso se puede realizar en una o varias escalas, desde el nivel microscópico hasta el nivel macroscópico, es decir desde 1 μm a varios cm en general, e incluso en otras escalas. Se puede examinar su estructura mediante la visión al trasluz, y esto al nivel de las fibras, elementos de aproximadamente 100 μm a varios mm de longitud, y aproximadamente de 10 a 20 μm de ancho en el caso del papel, o incluso al nivel de los agregados de fibras, tradicionalmente del orden de 1 a 10 mm^2 en el caso del papel. La complejidad de la firma digital depende de las escalas, de las orientaciones que se seleccionan, por lo tanto, en función de la aplicación considerada.

La detección, en el soporte fibroso, de una característica estructural que refleja su estructura compleja y única se realiza al examinar un volumen del soporte y tras su digitalización, la característica estructural digitalizada se puede encontrar en forma 1D, 2D o 3D. Las características estructurales representan la estructura del material que constituye la zona de referencia del soporte fibroso. Tal y como se ha mencionado con anterioridad, estas se obtienen mediante la observación de características internas, y eventualmente de la superficie en un volumen de este último. La detección también se puede realizar independientemente del tiempo o « en tiempo real ». En este último caso, la característica estructural se muestrea a lo largo del tiempo. Del mismo modo, se pueden añadir unas dimensiones a esta fase de detección, observando el soporte fibroso con diferentes orientaciones o iluminaciones, en color, tonalidades de gris o en forma binaria. La imagen considerada también puede ser una imagen, real o compleja (amplitud y fase) en términos de tratamiento y de análisis de imágenes.

La o las firmas digitales que se emplean en el procedimiento de la invención corresponden a dicha característica estructural digitalizada, sometida eventualmente a un tratamiento digital o codificación de acuerdo con uno o varios algoritmos. Tradicionalmente, por digital se entiende una representación de datos o de dimensiones físicas en forma de cualquier tipo de señales (entre las que se encuentran las imágenes reales o complejas, las componentes amplitud y/o fase) con valores discretos, por ejemplo en forma de cifras (sea cual sea la base: binaria, decimal, hexadecimal, etc.) o en forma de un conjunto cualquiera de símbolos (alfabeto, gramática predefinida, etc.). Los sistemas digitales a menudo utilizan convertidores analógico-digital o digital-analógico. De este modo, una firma digital de este tipo se presenta, por ejemplo, en forma binaria, o en la forma de una o varias imágenes en color o en escala de grises, de una o varias imágenes, reales o complejas.

La adquisición y la conformación/condicionamiento, e incluso la digitalización de una o varias características estructurales del soporte fibroso se realiza por medio de uno o varios sensores con o sin contacto con el soporte fibroso. Esos sensores normalmente van seguidos de una unidad de tratamiento analógico (óptico o electrónico, por ejemplo) o digital (tarjeta de captura conectada a una plataforma informática cualquiera o automática).

Una o varias firma(s) digital(es) se generan a partir de las características estructurales extraídas y conformadas/condicionadas. Se puede realizar una codificación (en forma analógica y/o digital) seguida o precedida de una digitalización si las características estructurales extraídas no están ya en forma digital, la naturaleza de esos tratamientos puede variar en función del tipo de soporte fibroso seleccionado y de la aplicación para la cual se lleva a cabo el procedimiento.

Se pueden considerar de este modo numerosos métodos para generar, a partir de las características estructurales detectadas, una o varias firmas digitales, y no resulta razonable mencionarlos todos. Las técnicas que se indican a continuación no constituyen, por lo tanto, una lista exhaustiva.

Las características estructurales se someten, de manera ventajosa, a un tratamiento analógico, o a un tratamiento digital realizado entonces tras su digitalización. Por supuesto, naturalmente los métodos conocidos de tratamiento y análisis de la señal o de la imagen se pueden utilizar directamente. Los tratamientos electrónicos o algorítmicos que se usan se basan entonces, en forma analógica o digital, en unos filtros espaciales y/o de frecuencia (pasa alto, pasa bajo, pasa banda, etc.), y/o transformada de Fourier y/o las transformadas denominadas de onda, y/o los descriptores, y de manera más general cualquier tipo de algoritmo que permita analizar y/o transformar y/o reorganizar y/o clasificar y/o umbralizar los datos en bruto (entre estos, las señales y las imágenes) extraídos de la o de las características estructurales. Las operaciones de convoluciones/desconvoluciones, así como las operaciones lógicas y aritméticas entre imágenes y/o señales se pueden aplicar para la obtención de dichas firmas. A título ilustrativo, la transformada de Fourier de una señal-imagen se podrá aplicar, bien por medio de un algoritmo de transformada rápida de Fourier (« FFT ») si la señal es de naturaleza discreta, o bien por medio de una lente de Fourier si la señal es de naturaleza óptica.

Sea cual sea la codificación o el tratamiento a los que se ve sometida la característica estructural, la firma digital obtenida refleja la estructura fibrosa caótica de la zona de referencia de la que esta se ha extraído. Si la característica estructural digitalizada se encuentra en forma de una imagen en escala de grises obtenida mediante cámara CCD y que se decide binarizar, no hay duda de que se va a perder información, por lo tanto capacidad de discriminación en la decisión de aceptación, pero se va a mejorar en velocidad de cálculo y en tiempo de acceso a las diferentes firmas. Por lo tanto, es preciso encontrar y seleccionar un equilibrio en función de las aplicaciones realizadas del procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención. Es evidente que todo el valor de la

invención se revela al utilizar una o varias firmas digitales que conservan un carácter aleatorio y complejo característico de la estructura única y estable del material, en la zona de referencia, a pesar del tratamiento aplicado a las características estructurales utilizadas para generar la firma digital.

5 La medición de una característica estructural de un soporte fibroso y su codificación/digitalización en una firma digital se aplica en las dos fases esenciales del procedimiento, tal y como se muestra en la figura 1; en primer lugar, durante la creación de una firma digital auténtica o de una familia de firmas digitales auténticas, a partir de uno o de una familia de soportes fibrosos considerados auténticos, y a continuación durante la obtención de la firma digital candidata del soporte fibroso candidato sometido al procedimiento de aceptación. Obviamente, es importante que los procedimientos de medición y de codificación que se aplican en esas dos fases del procedimiento sean similares, es decir que repitan las mismas etapas esenciales. De manera más precisa, teniendo en cuenta la unicidad de la estructura, la medición « auténtica » y la medición posterior de la característica estructural se deben realizar en dos zonas de referencia, que presentan al menos una parte común, y que estarán de manera ventajosa localizadas en el mismo punto en el soporte; esta se puede localizar de manera precisa mediante una delimitación o protección plástica, por ejemplo, o corresponder a todo el soporte. Se debe medir la misma característica estructural. De manera ventajosa, los procedimientos de codificación que eventualmente se aplican deben ser los mismos. No obstante, la obtención de una firma digital candidata puede aplicar unos tratamientos digitales complementarios, que buscan suprimir algunas modificaciones realizadas en el soporte fibroso, tras el registro de su firma digital como auténtica. Este último punto se describirá de forma detallada a continuación.

Por otra parte, las condiciones de medición de la característica estructural (atmósfera, grado de humedad, iluminación, orientación del soporte fibroso con respecto a los sensores, dispositivos usados, etc.) en las dos fases del procedimiento (medición del « auténtico » y medición del « candidato ») difícilmente serán idénticas. Además, los procedimientos de medición y digitalización que se aplican en los soportes fibrosos auténticos y en los soportes fibrosos candidatos pueden ser ligeramente diferentes, en particular los ajustes del equipo pueden ser diferentes.

Por lo tanto, en la mayoría de los casos, la firma digital de un soporte fibroso probado, aun correspondiendo exactamente a un soporte fibroso auténtico que ha servido para generar una firma digital auténtica, no coincidirá de manera exacta con dicha firma digital auténtica.

Además, aunque las estructuras fibrosas no se modifican o lo hacen poco en el tiempo y el espacio, y si se miden en un momento dado determinadas características estructurales, se pueden encontrar si no intactas muy similares esas mismas características en un momento posterior. Sin embargo, entre el registro de su firma digital auténtica y su sometimiento posterior al procedimiento de aceptación, un soporte fibroso puede experimentar:

- transformaciones deliberadas: impresión por cualquier medio, perforación y microperforaciones por cualquier medio, corte, plegado, pegado, escritura manuscrita o dibujo, plastificación, revestimiento con una banda magnética u otro tratamiento de superficie, coloración, impregnación con cualquier sustancia incluyendo resina, laminación con otros materiales, gofrado, etc.;
- transformaciones no deliberadas provocadas por una agresión externa: manchas, suciedad, envejecimiento, variaciones dimensionales causadas en particular por la temperatura, la higrometría, desgarros, pliegues, etc.

De modo que la firma digital de un soporte fibroso obtenida tras esas modificaciones no coincidirá con la firma auténtica almacenada que se obtuvo antes de la modificación con ese mismo soporte.

En efecto, se puede considerar proteger un soporte fibroso de eventuales agresiones externas (rayaduras, perforaciones, deterioro óptico, etc.) con el fin de mantenerlo tan invariable como sea posible. Esta protección se puede realizar insertando el soporte fibroso de manera permanente en una envoltura externa o una resina que no impide de ninguna manera el acceso a sus características internas. Esta envoltura externa puede contener, además del soporte propiamente dicho, otros elementos (una fotografía, por ejemplo, en el caso de una tarjeta de identificación), y unirse íntimamente con el papel de tal modo que la apertura de esa envoltura implique la destrucción de todo o parte del soporte fibroso. El tipo de protección que se va a aportar al papel está en función de la aplicación seleccionada (lectura frecuente en el caso de una tarjeta de acceso, sensibilidad de la aplicación, etc.). Sin embargo, la presencia de esa envoltura plástica modifica la característica estructural detectada del soporte fibroso y, por lo tanto, su firma digital.

El procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención permite reconocerlo como soporte fibroso auténtico a pesar de esas diferentes modificaciones que se han producido entre la etapa de registro de la firma digital auténtica de un soporte fibroso y la generación de una firma digital candidata de ese mismo soporte cuya zona de referencia ha experimentado algunas transformaciones.

De este modo, una de las características esenciales de la presente invención es que realiza una prueba estadística de similitud entre una firma digital de un soporte fibroso candidato a la aceptación y una firma auténtica previamente almacenada. El potencial de este método es que puede determinar si el soporte fibroso candidato se puede o no considerar como auténtico y puede permitir, por medio de un índice de confianza, cuantificar la probabilidad de haber cometido un error en la decisión (por ejemplo, ese papel se considera auténtico con una probabilidad de haber

cometido un error en la decisión de 1/1.000.000). Por lo tanto se puede crear una base de datos inicial con unos soportes fibrosos auténticos cualquiera y recurrir a esta a lo largo de la vida útil de los soportes fibrosos y/o de su transformación. La base de datos de las firmas auténticas puede, además, contener todo tipo de datos, entre estos parámetros de ajustes, umbrales, índice de confianza, escala escogida, etc. El grado de tolerancia del procedimiento de acuerdo con la invención permite confirmar la identidad de un soporte de papel que se ha transformado, con posterioridad a su registro como auténtico, en particular que se ha impreso, plastificado o cortado. Esta sensibilidad estadística ofrece, además, una mejor tolerancia al modo de extracción de la característica estructural digital considerada, que se puede realizar a partir de ese momento con unos dispositivos diferentes en unos momentos diferentes, y con menor coste.

Además, con el procedimiento de acuerdo con la invención, la zona de referencia y en particular su estructura se puede modificar entre la generación de la firma auténtica y la obtención de la firma candidata. El procedimiento de acuerdo con la invención se puede aplicar con un soporte fibroso candidato cuya zona de referencia es diferente de la zona de referencia de un soporte fibroso auténtico, cuya firma auténtica está almacenada. De manera ventajosa, este último será reconocido como un soporte fibroso auténtico, si su zona de referencia presenta al menos $0,1 \text{ mm}^3$, por ejemplo una superficie de 1 mm^2 para un grosor de aproximadamente $100 \text{ }\mu\text{m}$, común y no modificada con la zona de referencia que se ha utilizado para generar la firma digital auténtica.

Se pueden utilizar diferentes métodos estadísticos para el cálculo de índices de similitud en función de la clase de la firma digital: se pueden citar la correlación de entropía local de imágenes, la correlación de imágenes, la distancia de Hamming de imágenes binarias, las distancias euclidianas, etc. El umbral de aceptación seleccionado como criterio de decisión es un valor límite de índice de similitud, que determina el límite entre los soportes fibrosos candidatos que se van a aceptar y que, por lo tanto, se considerarán auténticos, y aquellos que se van a rechazar y, por lo tanto, se considerarán impostores. Existen entonces cuatro familias de casos en función de ese criterio de decisión seleccionado:

- 1 - Auténticos Aceptados (AA)
- 2 - Impostores Aceptados (IA)
- 3 - Auténticos Rechazados (AR)
- 4 - Impostores Rechazados (IR)

Por lo tanto, el criterio de decisión se puede seleccionar de tal modo que se maximicen las cantidades de AA e IR, y se minimicen las cantidades de IA y AR. El criterio de decisión se puede ajustar en función del grado de seguridad deseado en la aplicación considerada: la cuestión que se plantea es saber si, en la aplicación considerada, es preferible rechazar a los auténticos o aceptar a los impostores.

Se puede, además, establecer una cuantificación de la probabilidad de casos de cada uno de los eventos AA, IA, AR e IR, lo que permite elaborar una estrategia de definición del criterio de selección en función de la probabilidad de casos de uno o varios de los siguientes eventos. El umbral de aceptación se selecciona de todos modos de tal modo que permita la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital candidata no coincide de manera exacta con la firma digital auténtica con la que esta se compara. En el marco de la invención, el umbral de aceptación se selecciona, de preferencia, de tal modo que acepten como auténticos unos soportes fibrosos que se han utilizado para generar las firmas digitales auténticas, pero cuya zona de referencia ha experimentado, después, algunas modificaciones, en particular una impresión, perforación, corte, plegado, escritura manuscrita, plastificación, revestimiento con una banda magnética, tratamiento de superficie, coloración, impregnación o gofrado.

Por otra parte, también se puede someter, durante la etapa de generación de la firma digital candidata, la característica estructural digitalizada a un tratamiento digital que pretende reducir o eliminar el impacto de esas modificaciones. En el caso de una impresión se podrá considerar un tratamiento adicional mediante un procedimiento de erosión en términos del tratamiento de la imagen. También se podrá realizar un filtrado en el tratamiento de tal modo que se elimine el texto. En el caso de una perforación, un filtrado, por ejemplo con un filtro pasa banda y/o una umbralización pueden constituir el pre-tratamiento. Sin embargo, tras el filtrado, la firma digital de un soporte fibroso impreso no coincidirá de manera exacta con su firma digital obtenida antes de la impresión.

El umbral de aceptación y el eventual tratamiento se seleccionan en función de las transformaciones que la zona de referencia del soporte puede experimentar.

La figura 2 ilustra, mediante un sencillo ejemplo, el interés del procedimiento de reconocimiento de soporte fibroso de acuerdo con la invención. Se selecciona un método de adquisición de la característica (vista al trasluz a la luz del día), un método de codificación (filtro pasa banda en este caso) y un índice de similitud (media aritmética del XOR de las dos imágenes binarias) para realizar las comparaciones. La imagen vista al trasluz de una zona de un papel en blanco auténtico se almacena de forma digital en un ordenador. A continuación el papel en blanco se imprime y se convierte, por tanto, en un documento. Se selecciona entonces otro papel en blanco diferente. Se realiza la adquisición de la característica del papel auténtico impreso, se realiza un pre-tratamiento para eliminar el efecto de la impresión (erosión en términos de tratamiento de imagen), se codifica y se compara esta muestra de acuerdo con

los métodos seleccionados con la característica almacenada, se obtiene un índice de similitud de 25.603. Se realizan las mismas operaciones de adquisición de característica, de codificación (pre-tratamiento innecesario en ese caso, ya que el papel no está impreso) con un soporte de papel en blanco diferente y se lo compara de manera similar con la característica del soporte auténtico registrado: se obtiene un índice de similitud de 135.208. Al escoger un umbral de aceptación de 50, por ejemplo, se puede diferenciar fácilmente el soporte de papel auténtico, incluso transformado (índice de similitud inferior al del umbral seleccionado) del soporte de papel diferente/impostor (índice de similitud superior al umbral seleccionado).

Para seleccionar el umbral de aceptación, se determina el tipo de firmas diferentes que se quiere aceptar: diferencias debidas a las condiciones diferentes para generar la firma digital y/o diferencias debidas a unas transformaciones o modificaciones que se producen en la zona de referencia. El umbral de aceptación se seleccionará, de preferencia, de tal modo que acepte en al menos el 99 % de los casos, de preferencia en al menos el 99,9 % de los casos, y de manera preferente en al menos el 99,99 % de los casos, las firmas diferentes que se quiere aceptar que, aunque sean diferentes a las firmas digitales auténticas almacenadas, corresponden a un soporte fibroso auténtico.

El procedimiento de acuerdo con la invención se puede utilizar en cualquier tipo de máquina existente, por ejemplo impresoras, fax, fotocopidora, escáner, etc. que permitan transmitir información digital y/o almacenarla y/o reproducirla. En particular, el dispositivo comprende:

- unos medios para extraer una característica estructural de una zona de referencia de un soporte fibroso candidato, que representa la estructura única, compleja, caótica y prácticamente invariable a lo largo del tiempo de la zona de referencia, y en particular un sensor como una cámara CCD o CMOS;
- unos medios de digitalización y eventualmente de tratamiento/codificación de la característica estructural medida en una firma digital candidata, que pueden incluir unos algoritmos que permiten reducir el impacto de las modificaciones producidas en la zona de referencia como impresión, perforaciones, pliegues, manchas, etc.;
- unos medios de cálculo, de acuerdo con un método estadístico, de un índice de similitud entre la firma digital candidata y una firma digital auténtica previamente almacenada en un soporte de datos digitales;
- unos medios para comparar el índice de similitud obtenido con un umbral de aceptación dado, de tal modo que permita la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital no coincide de manera exacta con la firma digital auténtica con la que esta se compara;
- unos medios de emisión de una decisión positiva o negativa de aceptación.

El procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención se puede utilizar en diferentes aplicaciones. Obviamente se podrá utilizar para verificar la integridad o la autenticidad de documentos que llevan informaciones sensibles o valiosas.

A continuación, el procedimiento de la invención resulta especialmente útil para la trazabilidad de soportes fibrosos. En particular puede permitir realizar el seguimiento de la vida de un soporte fibroso, y en particular de un papel, de su selección como soporte auténtico para su utilización, pasando por unas etapas de transformación (impresión, grabado, perforación, plegado, corte, etc.). En diferentes etapas de su vida se podrá generar a partir de dicho soporte una firma digital candidata para verificar su autenticidad. El procedimiento de acuerdo con la invención con un umbral de aceptación permite dicha trazabilidad, al contrario que un método basado en la comparación de forma exacta. Se puede construir una base de datos de firmas digitales auténticas de soportes auténticos en blanco (hojas o tarjetas, o sobres o embalajes, o de otro tipo). A continuación, se pueden comparar las firmas digitales candidatas obtenidas a partir de los soportes que han experimentado algunas transformaciones posteriores por su uso, por ejemplo, con las firmas digitales auténticas almacenadas en la base de datos.

Otra aplicación consiste en unir de forma física el soporte fibroso a un producto, un objeto, e incluso a un ser vivo, y utilizarlo como etiqueta. El seguimiento directo del soporte fibroso por medio del procedimiento de la invención permite supervisar de forma indirecta el producto, el objeto o al ser vivo. La unión física debe ser tal que cualquier intento de separación del soporte fibroso del producto, del objeto o del ser vivo se traduzca en la destrucción de la etiqueta, por ejemplo un desgarro no reparable, en el caso de un papel unido mediante adhesivo.

Otras aplicaciones esenciales del procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención se refieren al campo de los procedimientos de control de acceso seguro. La invención también tiene por objeto un procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso en la cual se utiliza una clave de acceso formada por un soporte fibroso de papel, cartón o un material no tejido, que comprende las siguientes etapas:

- se detecta en un volumen de referencia del soporte fibroso una característica de la estructura fibrosa del soporte fibroso y se genera una firma digital que representa la estructura fibrosa del volumen de referencia del soporte fibroso a partir de dicha característica estructural detectada;
- esta firma digital se compara de acuerdo con un método estadístico con un dato digital previamente registrado y se emite una decisión positiva o negativa de aceptación;
- se emite una autorización de acceso si la comparación ha permitido la emisión de una decisión positiva de aceptación.

El dato digital previamente almacenado corresponde a una firma digital auténtica. Todas las variantes del procedimiento de aceptación como las que se han descrito con anterioridad se pueden aplicar, por lo tanto, directamente para el control de accesos. En el caso de un procedimiento de control de acceso seguro, la emisión de un decisión positiva de aceptación condiciona la autorización de acceso. El soporte fibroso se puede utilizar entonces directamente como una llave física y material que permite el control de acceso a locales, máquinas, ordenadores o habitaciones de hotel, de la información indizada en la firma digital auténtica. Cuando mediante la aplicación del procedimiento de aceptación, se acepta la llave física, a su usuario se le da entonces un permiso de acceso o de entrada a un local, una máquina, un ordenador o una habitación de hotel. La aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención permite obtener un grado de seguridad superior al que se obtiene con el iris del ojo humano, que es la mejor característica biométrica que se utiliza en la industria hoy en día.

En aplicaciones que requieren un acceso seguro a información sensible, se genera una base de datos de firmas auténticas y se realiza un enlace virtual adicional que asocia, cada firma digital, con al menos una información sensible, por medio de una base de datos, de preferencia segura. Cada firma digital se indiza, por lo tanto, a una información sensible. En ese caso, la emisión de una decisión positiva de aceptación se acompaña de la identificación de la firma digital auténtica que ofrece el mejor índice de similitud, y del acceso a la información asociada a dicha firma digital auténtica. Este tipo de procedimiento de control de acceso seguro encuentra aplicación en múltiples campos, como el seguimiento de actividades, la trazabilidad, el control y la seguridad de la información. Por medio del procedimiento de acuerdo con la invención, se puede seleccionar el grado de seguridad deseado en función de la aplicación, en particular jugando con la complejidad de la firma digital y el umbral de aceptación seleccionado. La utilización de una firma « dinámica » permite el acceso a la información, por ejemplo, siempre y cuando el material candidato examinado se considere auténtico.

También puede ocurrir que las firmas digitales auténticas, almacenadas en la base de datos, no sean las firmas digitales de soportes fibrosos diferentes, sino diferentes firmas digitales de un mismo soporte fibroso, que permiten unos niveles de acceso diferentes.

El soporte fibroso hace la función de clave de acceso y se puede presentar, entre otras, en forma de tarjetas y asociarse físicamente a un chip electrónico y/o una banda magnética. El soporte puede, además, integrar unos medios de transmisión de información o integrar uno o múltiples elementos que se emplean en una transmisión de información, en particular unos elementos sensibles a las radiofrecuencias (antenas activa(s) o pasiva(s), por ejemplo), que garantizan la comunicación inalámbrica y a distancia de los datos.

La información sensible se puede estructurar en una base de datos diferente o compartida con la base de datos de las firmas auténticas, hecha segura o no mediante cualquier medio conocido, completa o parcialmente, y contener:

- datos sobre los ajustes de los sensores y de la instalación de digitalización, extracción y generación de las firmas digitales (escala, algoritmos utilizados, etc.);
- datos administrativos generales (identidad de personas, códigos personales, etc.);
- datos biométricos;
- datos contenidos en parte en el papel (impresos o de otro modo);
- datos sobre otros papeles (firma digital de un sobre, por ejemplo, presente al mismo tiempo que la del papel de la carta).

Otra aplicación considerada directamente por la presente invención es el uso conjunto del procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención con cualquier método biométrico de identificación de un ser humano, de un animal o de un vegetal. En efecto, el procedimiento de aceptación de acuerdo con la invención se puede adaptar a unas plataformas informáticas desarrolladas para la comparación de características biométricas, como en particular las huellas digitales. Este uso conjunto permite resolver problemas difíciles de identificación del portador de un documento en papel (tarjeta de acceso, tarjeta de identificación, etc.) integrando el soporte fibroso auténtico, de forma conjunta con la autenticación de dicho documento, y asociar esas dos identificaciones/autenticaciones a la información referente al portador y/o a su documento en papel.

El procedimiento de acuerdo con la invención también se podrá utilizar, por ejemplo, para hacer que el correo electrónico sea seguro, proporcionar acceso remoto a unos datos, a través de una red de telecomunicaciones (por ejemplo, Internet) o realizar firmas electrónicas.

Los ejemplos que se dan a continuación ilustran la invención y no tienen en absoluto carácter limitativo.

EJEMPLO 1

Se extrae de un papel visto al trasluz una señal digital en imagen en escala de grises, por medio de una cámara CCD, en la que se aplican unos algoritmos de filtrado (Gabor 2D, Laplace, pasa banda FFT, etc.) en diferentes frecuencias espaciales (escalas), e incluso en diferentes direcciones. Esas operaciones se realizan para crear la familia de firmas « auténticas » y durante la aplicación del procedimiento de aceptación en una muestra de papel candidato.

A partir de ese momento se pueden comparar las imágenes resultantes de esos algoritmos directamente en escala de grises o en forma binaria, es decir en forma de matrices de 0 y de 1. Las firmas digitales de las auténticas o de la muestra candidata deben ser, de preferencia, del mismo tamaño.

- 5 Cuando se utiliza la binarización y la umbralización, la comparación de esta firma digital A de la muestra candidata con las firmas digitales auténticas B del mismo tamaño se realiza mediante una operación lógica XOR (O exclusivo), bit por bit. Se obtiene un archivo de imagen C resultante con el mismo tamaño que las firmas digitales comparadas. La fase de cálculo del índice de similitud se realiza mediante el cálculo de la media aritmética de los bits de la imagen C (distancia de Hamming (DH)). En ese caso, dos firmas obtenidas de un mismo papel tendrán una DH próxima a cero, dos firmas obtenidas de dos papeles diferentes tendrá una DH próxima a 0,5. El umbral de aceptación deberá pertenecer al intervalo $]0 ; 0,5[$. Cuando se comparan directamente las imágenes en escala de grises que se obtienen tras la fase de codificación, se puede utilizar la correlación de imágenes como método de comparación. Los papeles idénticos tendrán una correlación próxima a 1 y los papeles diferentes una correlación próxima a 0 (positiva o negativa). Se puede seleccionar un umbral de aceptación perteneciente al intervalo $]0 ; 1[$ como criterio de decisión, por debajo del cual los papeles comparados se considerará que son diferentes (impostores) y por encima del cual se considerará que son idénticos (auténticos).

- Por lo tanto, los criterios de umbral de aceptación están vinculados por completo a los métodos de codificación y a la selección de un índice de similitud para realizar la comparación. Además, cada aplicación tendrá unos requisitos de seguridad que determinarán las estrategias para la selección de los métodos de codificación, de índices de similitud y de umbrales de aceptación particulares.

- Se realizó una doble prueba en diferentes hojas de papel extraídas de una misma producción (bobina madre), examinando la apariencia al trasluz de las muestras. En primer lugar, se compararon las firmas digitales características de todas las muestras diferentes y se pudo establecer, habiendo seleccionado previamente un índice de similitud pertinente, una distribución del número de muestras en función de su índice de similitud (por ejemplo, correlación). Se seleccionó a continuación una muestra dada que se midió un gran número de veces, provocando en consecuencia unos errores del proceso de medición, y se pudo establecer, utilizando el mismo índice de similitud, una distribución del número de mediciones en función de su índice de similitud.

- Las curvas de distribución se han representado entonces de forma gráfica. El eje de las abscisas corresponde al factor de similitud entre las firmas probadas y el eje de las ordenadas corresponde al número de imágenes en un nivel dado del índice de similitud.

- La representación en una misma gráfica de las tres curvas de distribución obtenidas demuestra que el procedimiento de acuerdo con la invención permite discriminar dos papeles diferentes.

- La figura 3 muestra la variación de una curva de distribución que se obtiene en función de la modificación deliberada o accidental de un papel a lo largo de su vida. La curva (a) es la curva de distribución de las firmas digitales obtenidas con unos papeles diferentes. La curva (b) es la curva de distribución de las firmas digitales obtenidas con un mismo papel en diferentes adquisiciones.

- Las firmas digitales de un papel modificado con diferentes modificaciones (mediciones sucesivas) se representan en la curva de distribución (c) = parece que esta curva (c) está desplazada con respecto a la curva (b) de distribución obtenida del mismo papel (sin modificación, mediciones sucesivas) y se acerca a la curva (a) de distribución obtenida con unos papeles diferentes. La curva de distribución (c) también tiene tendencia a ensancharse. Sin embargo, resulta evidente que las curvas (a) y (c) están lo suficientemente separadas como para seleccionar un umbral de aceptación (SA) fiable, por debajo del cual los papeles comparados se considera que son idénticos (el candidato es auténtico), y por encima del cual se considerará que son diferentes (el candidato es un impostor). La elección del umbral de aceptación se determina en función del uso que se quiere hacer de los papeles, al establecer la aplicación considerada. La elección de un umbral de aceptación (SA) discriminante en la zona de solapamiento implicará necesariamente una probabilidad del error en lo que se refiere al reconocimiento del papel sujeto al procedimiento de acuerdo con la invención. Ese umbral se ajusta en función de la aplicación, seleccionando si es mejor cometer un error del tipo rechazo de un papel auténtico o del tipo aceptación de un impostor, y se emitirá un índice de confianza de la decisión en función del umbral seleccionado. En el caso del papel, esa probabilidad de error es extremadamente baja. La probabilidad de error es inferior a 1 por 10^{15} mediciones si se selecciona el punto de intersección calculado entre las dos curvas (a) y (c) como nivel del umbral de aceptación y se representa en la figura 3. En la práctica, el solapamiento entre esas dos curvas es casi nulo o extremadamente bajo.

60 EJEMPLO 2

- Como se ha mencionado con anterioridad, se puede realizar un filtrado pasa banda de frecuencia en FFT (transformada rápida de Fourier) en una imagen de un papel visto al trasluz, que a continuación se puede binarizar. Para unos valores bien determinados de ese filtro pasa banda, se obtiene una imagen binaria aleatoria, imagen de la estructura caótica del papel asimilable a una huella digital. Por lo tanto, se utilizaron las plataformas de algoritmos especialmente creadas para la gestión de la identificación de las huellas digitales, cuyas pruebas se basan en el

reconocimiento de las singularidades en los dibujos de las huellas (pequeños detalles (orientaciones, curvaturas, posición relativa, centro, etc.).

5 La ventaja de este tipo de método es que los aspectos de la generación de las firmas digitales, de comparación y de decisión de aceptación o de rechazo del papel candidato a la identificación ya están presentes en dichas plataformas, e incluso se combinan con el cálculo de un índice de confianza. Los algoritmos en cuestión son múltiples y la mayoría de ellos son muy rápidos en las fases de cálculo y de consulta de la base de datos de referencia. Presentan, además, una gestión de interfaces con los escáneres que se utilizan para el reconocimiento de huellas digitales. Se utilizaron, tras unas adaptaciones menores, en los soportes de papel.

10 De este modo, se pueden realizar unas tareas de reconocimiento del portador de una tarjeta de identificación de forma simultánea al reconocimiento del soporte físico (papel) de la tarjeta de identificación, o bien dar permiso de acceso a un lugar, una máquina, una actividad o una información si se reconoce a la persona como auténtica y si esta está efectivamente en posesión de un soporte fibroso correcto (tarjeta de acceso).

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de aceptación de un soporte fibroso candidato, de papel, cartón o un material no tejido, como soporte fibroso auténtico, que comprende las siguientes etapas:

- generación de al menos una firma digital auténtica a partir de una característica estructural extraída de una zona de referencia de un soporte fibroso calificado de auténtico, dicha firma digital representando la estructura fibrosa de la zona de referencia, y registro de esta en un soporte de datos digitales;
- generación de una firma digital candidata a partir de una característica estructural extraída de una zona de referencia del soporte fibroso candidato, dicha firma digital representando la estructura fibrosa de la zona de referencia;
- comparación de la firma digital candidata con al menos una de las firmas digitales auténticas previamente almacenadas, de tal modo que se emita una decisión positiva o negativa de aceptación del soporte fibroso candidato, **que se caracteriza por que**:
- la característica estructural del soporte fibroso candidato y del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) se obtiene examinando un volumen del soporte;
- la comparación determina, de acuerdo con un método estadístico, un índice de similitud entre la firma digital candidata y la firma digital auténtica, y compara ese índice de similitud con un umbral de aceptación dado, seleccionado para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital candidata no coincide de manera exacta a la firma digital auténtica con la cual esta se compara.

2. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el umbral de aceptación se selecciona para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico, cuya zona de referencia ha experimentado algunas modificaciones entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata.

3. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **que se caracteriza por que** el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico cuya zona de referencia ha experimentado algunas modificaciones entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata y **por que** se emite una decisión positiva de aceptación.

4. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 3, **que se caracteriza por que** el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico cuya zona de referencia se ha sometido a una impresión, perforación, corte, plegado, escritura manuscrita, plastificación, revestimiento con una banda magnética, tratamiento de superficie, coloración, impregnación o gofrado, entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata.

5. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 4, **que se caracteriza por que** el soporte fibroso candidato es un soporte fibroso auténtico cuya zona de referencia se ha sometido a una impresión o a unas perforaciones.

6. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **que se caracteriza por que** la firma digital candidata se genera sometiendo la característica estructural a un tratamiento digital complementario que reduce el impacto de las modificaciones que se han producido en la zona de referencia entre la etapa de registro de la firma digital auténtica y la generación de la firma digital candidata.

7. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 6, **que se caracteriza por que** la característica estructural digitalizada se somete a un procedimiento de erosión.

8. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **que se caracteriza por que** la característica estructural digitalizada se somete a un filtrado y/o umbralización.

9. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **que se caracteriza por que** la zona de referencia del o de los soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) es la totalidad o una parte de un soporte fibroso en blanco o una parte en blanco de un soporte fibroso, y en particular una hoja de papel en blanco.

10. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **que se caracteriza por que** la firma digital auténtica y la firma digital candidata representan la estructura caótica, compleja, única y prácticamente invariable a lo largo del tiempo de la zona de referencia de la que estas se extraen.

11. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **que se caracteriza por que** la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato detectada corresponde a la porosidad interna, a su apariencia estructural al trasluz, o a la organización tridimensional de la red fibrosa en una escala microscópica o macroscópica.

12. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **que se caracteriza por que** la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato se obtiene mediante la detección de la interacción del soporte fibroso con la luz visible, mediante su visión al trasluz.
- 5 13. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **que se caracteriza por que** la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato se somete a, al menos, un tratamiento analógico o digital, seleccionado entre los filtros espaciales o de frecuencia, por ejemplo pasa alto, pasa bajo, pasa banda, la transformada de Fourier, las transformadas denominadas de onda, los descriptores, los algoritmos que permiten analizar y/o transformar y/o reorganizar y/o clasificar y/o umbralizar los datos en bruto
- 10 que se extraen de la o de las características estructurales, las operaciones de convoluciones/desconvoluciones, las operaciones lógicas y aritméticas entre imágenes y/o señales.
14. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 13, **que se caracteriza por que** la característica estructural del (de los) soporte(s) fibroso(s) auténtico(s) y del soporte fibroso candidato se somete a una transformada de Fourier de una señal-imagen, por ejemplo a un algoritmo de transformada rápida de Fourier (« FFT ») si la señal es de naturaleza discreta, o a una lente de Fourier si la señal es de naturaleza óptica.
- 15 15. Procedimiento de aceptación de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el umbral de aceptación se selecciona de tal modo que permita la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que el soporte fibroso es un soporte fibroso auténtico, aunque su firma digital no corresponda de forma exacta a la firma digital auténtica de dicho soporte auténtico con la que esta se compara, a causa de las diferencias en las condiciones en las que se obtiene la firma digital, y en particular de medición de la característica estructural.
- 20 16. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **que se caracteriza por que** la firma digital candidata se compara con varias firmas digitales auténticas previamente almacenadas en una base de datos.
- 25 17. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **que se caracteriza por que** la emisión de una decisión positiva de aceptación se acompaña de la identificación de la firma digital auténtica que ofrece el mejor índice de similitud.
- 30 18. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, **que se caracteriza por que** comprende, además, una etapa de cálculo y de emisión de un índice de confianza de la decisión de aceptación emitida.
- 35 19. Procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 18, **que se caracteriza por que** las firmas digitales son dinámicas y se obtienen a partir de soportes fibrosos en movimiento con respecto a un sensor de medición de la característica estructural.
- 40 20. Dispositivo adaptado para la aplicación de un procedimiento de aceptación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19 que comprende:
- unos medios para extraer mediante la visión al trasluz una característica estructural de una zona de referencia de un soporte fibroso candidato, que representa la estructura fibrosa de la zona de referencia, los
 - 45 cuales comprenden un sensor como una cámara, CCD o CMOS;
 - unos medios de digitalización, y eventualmente de tratamiento/codificación de la característica estructural medida en una firma digital candidata;
 - unos medios de cálculo, de acuerdo con un método estadístico, de un índice de similitud entre la firma digital candidata y una firma digital auténtica previamente almacenada en un soporte de datos digitales;
 - 50 - unos medios para comparar el índice de similitud obtenido con un umbral de aceptación dado, seleccionado para permitir la emisión de una decisión positiva de aceptación en aquellos casos en los que la firma digital candidata no coincide de manera exacta con la firma digital auténtica con la cual esta se compara;
 - unos medios de emisión de la decisión de aceptación.
- 55 21. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 20, **que se caracteriza por que** comprende unos medios de tratamiento mediante erosión y/o filtrado y/o umbralización.
22. Procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso en el cual se utiliza una llave de acceso formada por un soporte fibroso de papel, cartón, o un material no tejido, que comprende
- 60 las siguientes etapas:
- se detecta en un volumen de referencia del soporte fibroso una característica de la estructura fibrosa del soporte fibroso y se genera una firma digital que representa la estructura fibrosa del volumen de referencia del soporte fibroso a partir de la característica estructural detectada;
 - 65 - esa firma digital se compara de acuerdo con un método estadístico con un dato digital previamente almacenado y se emite una decisión positiva o negativa de aceptación;

- se emite una autorización de acceso si la comparación ha permitido la emisión de una decisión positiva de aceptación.

5 23. Procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso de acuerdo con la reivindicación 22, **que se caracteriza por que** aplica el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19, la emisión de una decisión positiva de aceptación condicionando la autorización de acceso.

10 24. Procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso de acuerdo con la reivindicación 22 o 23, **que se caracteriza por que** una decisión positiva de aceptación va acompañada de la emisión de una autorización de entrada a un local, una máquina, un ordenador o una habitación de hotel.

15 25. Procedimiento para realizar un control de acceso seguro y dar o no una autorización de acceso de acuerdo con la reivindicación 22 o 23, **que se caracteriza por que** la firma digital candidata se compara con varias firmas digitales auténticas, cada firma digital auténtica habiéndose asociado previamente mediante indización a una información sensible y almacenada en una base de datos, y **por que** la emisión de una decisión positiva de aceptación va acompaña de la identificación de la firma digital auténtica que ofrece el mejor índice de similitud, y del acceso a la información asociada a dicha firma digital auténtica.

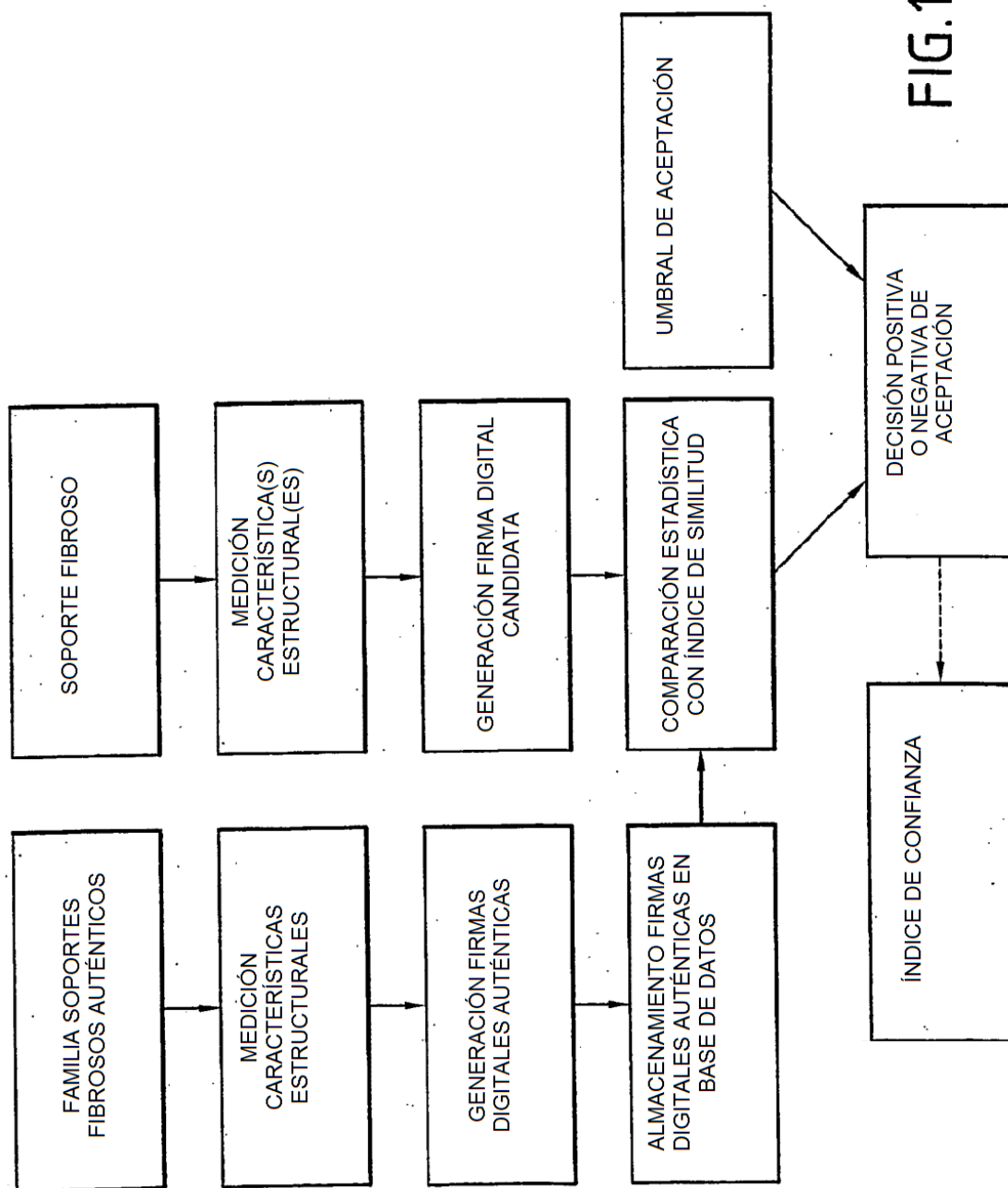


FIG.1

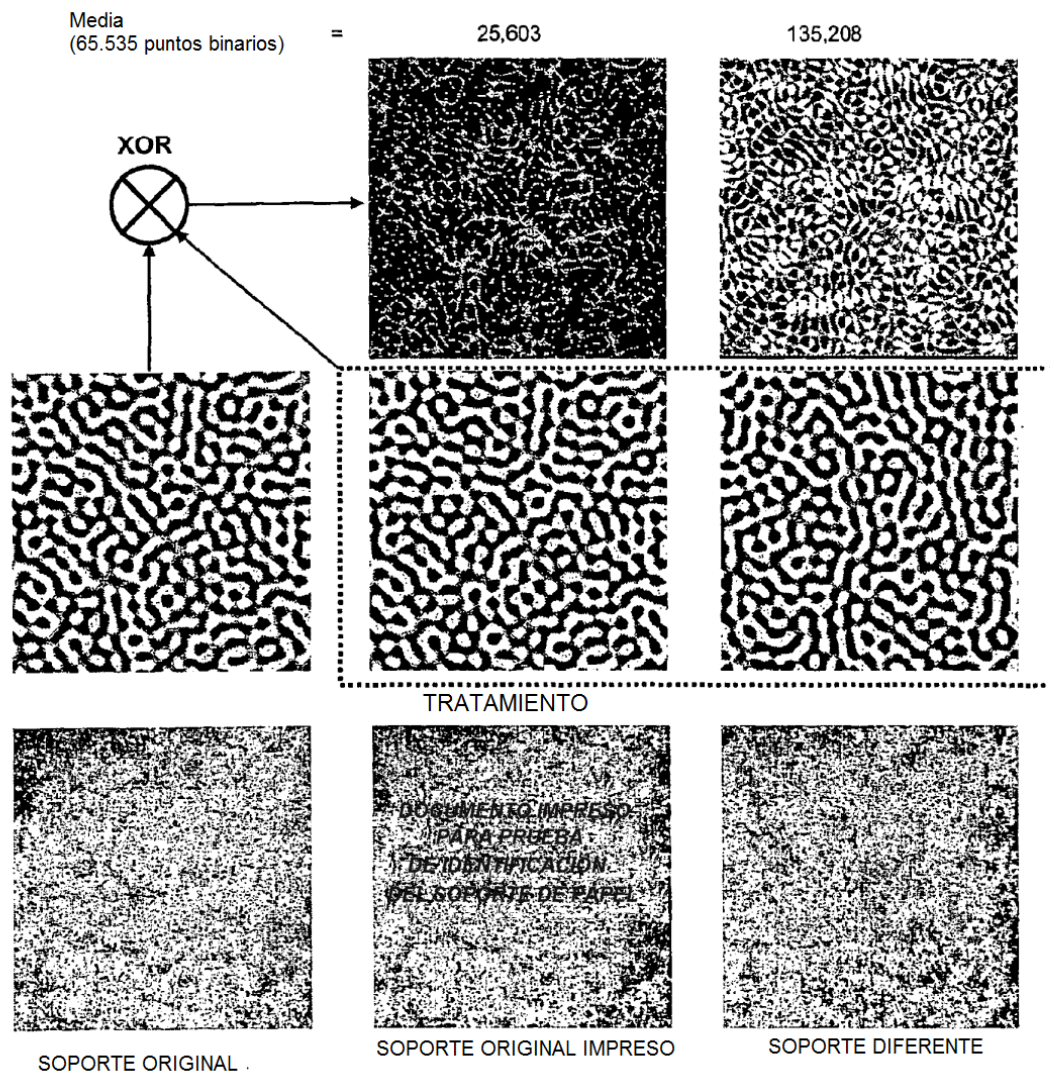


FIG.2

