

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 682**

51 Int. Cl.:

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2016** **PCT/US2016/016598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016** **WO16126963**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2016** **E 16747283 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2023** **EP 3254275**

54 Título: **Elementos de visualización electroópticos que visualizan en modo oscuro y modo claro, y aparatos y métodos relacionados**

30 Prioridad:

04.02.2015 US 201562112060 P

24.06.2015 US 201562184076 P

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

24.10.2023

73 Titular/es:

E INK CORPORATION (100.0%)

1000 Technology Park Drive

Billerica, MA 01821-4165, US

72 Inventor/es:

SIM, TECK PING;

EMELIE, PIERRE-YVES;

CROUNSE, KENNETH R. y

BEN-DOV, YUVAL

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 951 682 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

Elementos de visualización electroópticos que visualizan en modo oscuro y modo claro, y aparatos y métodos relacionados

Esta solicitud está relacionada con las patentes estadounidenses n.ºs 5.930.026; 6.445.489; 6.504.524; 6.512.354; 6.531.997; 6.753.999; 6.825.970; 6.900.851; 6.995.550; 7.012.600; 7.023.420; 7.034.783; 7.116.466; 7.119.772; 7.193.625; 7.202.847; 7.259.744; 7.304.787; 7.312.794; 7.327.511; 7.453.445; 7.492.339; 7.528.822; 7.545.358; 7.583.251; 7.602.374; 7.612.760; 7.679.599; 7.688.297; 7.729.039; 7.733.311; 7.733.335; 7.787.169; 7.952.557; 7.956.841; 7.999.787; 8.077.141; y 8.558.783; las publicaciones de solicitud de patente estadounidense n.ºs 2003/0102858; 2005/0122284; 2005/0253777; 2006/0139308; 2007/0013683; 2007/0091418; 2007/0103427; 2007/0200874; 2008/0024429; 2008/0024482; 2008/0048969; 2008/0129667; 2008/0136774; 2008/0150888; 2008/0291129; 2009/0174651; 2009/0179923; 2009/0195568; 2009/0256799; 2009/0322721; 2010/0045592; 2010/0220121; 2010/0220122; 2010/0265561; 2011/0285754; 2013/0194250 y 2014/0292830; la solicitud publicada PCT n.º WO 2015/017624; y la solicitud de patente estadounidense n.º 15/014.236 presentada el 3 de febrero de 2016.

Las patentes y solicitudes anteriormente mencionadas pueden denominarse de manera colectiva por conveniencia a continuación en el presente documento solicitudes de "MEDEOD" (*METHODS for Driving Electro-Optic Displays*, métodos para accionar elementos de visualización electroópticos).

Antecedentes

Aspectos de la presente divulgación se refieren a elementos de visualización electroópticos que visualizan en modo oscuro, especialmente elementos de visualización electroópticos biestables, y a métodos y a aparatos para visualización en modo oscuro. Más específicamente, esta invención se refiere a métodos de accionamiento en modo oscuro, es decir, cuando se visualiza texto blanco sobre fondo negro, lo cual puede permitir una reducción de imágenes fantasma, artefactos de borde y actualizaciones parpadeantes.

El documento US 2014/0002428 A1 describe dispositivos tales como libros electrónicos, televisiones, etc., que usan elementos de visualización para presentar información a los usuarios. Los dispositivos y métodos para ajustar dinámicamente la iluminación, formas de onda usadas para generar la imagen, presentación de la información o una combinación de los mismos basándose en uno o más de nivel de luz ambiental, nivel de iluminación de elemento de visualización, etc. Más específicamente, esta solicitud describe cambiar las fuentes y/o peso de fuente dependiendo del nivel de luz ambiental y también cambiar formas de onda para usar formas de onda con menos imágenes fantasma cuando altos niveles de luz ambiental hacen que tales imágenes fantasma sean más visibles.

El documento US 2013/0194250 A1 describe una variedad de métodos para accionar elementos de visualización electroópticos para reducir los artefactos visibles. Tales métodos incluyen (a) aplicar un primer esquema de accionamiento a una proporción minoritaria distinta de cero de los píxeles del elemento de visualización y un segundo esquema de accionamiento a los píxeles restantes, cambiándose los píxeles que usan el primer esquema de accionamiento en cada transición; (b) usar dos esquemas de accionamiento diferentes en grupos de píxeles diferentes de modo que píxeles en grupos diferentes que experimentan la misma transición no experimentarán la misma forma de onda; (c) aplicar o bien un par de pulsos equilibrados o bien un pulso de relleno a un píxel que experimenta una transición de blanco a blanco y que se encuentra adyacente a un píxel que experimenta una transición visible; (d) accionar píxeles adicionales cuando el límite entre una zona accionada y no accionada se encuentre de lo contrario a lo largo de una línea recta; y (e) accionar un elemento de visualización con esquemas de accionamiento tanto con equilibrio de CC como con desequilibrio de CC, manteniendo un valor de banco de impulsos para el desequilibrio de CC y modificando las transiciones para reducir el valor de banco de impulsos.

El documento US 2005/179642 A1 describe métodos para reducir los efectos de tensiones remanentes en elementos de visualización electroópticos y, específicamente, un método de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico biestable que tiene una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales es capaz de visualizar al menos dos niveles de gris. El método comprende aplicar a cada píxel del elemento de visualización una forma de onda determinada por el nivel de gris inicial y final del píxel. Para al menos una transición desde un nivel de gris inicial específico hasta un nivel de gris final específico, están disponibles al menos una primera y segunda formas de onda que difieren una de otra. La tensión remanente de un píxel que experimenta la transición se determina antes de la transición, y la primera o segunda forma de onda se usa para la transición dependiendo de la tensión remanente determinada.

Sumario

Esta invención proporciona métodos de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles para visualizar texto blanco sobre fondo negro ("modo oscuro") al tiempo que se reducen los artefactos de borde, las imágenes fantasma y las actualizaciones parpadeantes. La presente invención reduce la acumulación de artefactos de borde aplicando una transición de forma de onda especial a regiones de borde según

un algoritmo junto con métodos para gestionar el desequilibrio de CC introducido por la transición especial. En algunos aspectos, esta invención se refiere a eliminar el borde blanco que puede aparecer entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición de un tono distinto de negro a un estado negro y el otro píxel está realizando una transición de negro a negro usando una transición nula (es decir, no se aplica ninguna tensión al píxel durante esta transición) cuando se visualiza en modo oscuro. Además, la presente invención se refiere a eliminar el borde blanco que puede aparecer entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición de un tono negro a uno distinto de negro y el otro píxel está realizando una transición de negro a negro usando una transición nula o transición de cero (es decir, no se aplica ninguna tensión o se aplica una tensión de cero al píxel durante esta transición), cuando se visualiza en modo oscuro. En tal situación, el píxel de negro a negro se identifica para recibir una transición especial denominada transición de pulso completo invertido ("pulso iFull"). Además, cuando se visualiza en modo claro, la presente invención se refiere a eliminar el borde negro que puede aparecer entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición de blanco a distinto de blanco y el otro es una transición de blanco a blanco nula aplicando la transición de pulso iFull especial con la polaridad opuesta. La invención se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Diversos aspectos y realizaciones de la solicitud se describirán con referencia a las siguientes figuras. Debe apreciarse que las figuras no están necesariamente dibujadas a escala. Los elementos que aparecen en múltiples figuras se indican mediante el mismo número de referencia en todas las figuras en las que aparecen.

La figura 1A muestra un elemento de visualización electroóptico en un modo oscuro en el que la acumulación de artefactos de borde es mínima.

La figura 1B muestra un elemento de visualización electroóptico en un modo oscuro en el que se acumulan artefactos de borde.

La figura 2 es un esquema gráfico de un pulso de relleno invertido.

La figura 3 es un esquema gráfico de intensidad de borde medida para un intervalo de parámetros de ajuste de iTop.

La figura 4 muestra las regiones de borde con texto en un modo oscuro como zonas para aplicar el pulso de relleno invertido.

La figura 5A es un esquema ilustrativo que muestra la región de borde definida según el algoritmo de región de borde, versión 1.

La figura 5B es un esquema ilustrativo que muestra la región de borde definida según el algoritmo de región de borde, versión 3.

La figura 5C es un esquema ilustrativo que muestra la región de borde definida según el algoritmo de región de borde, versión 4.

La figura 6A muestra un elemento de visualización electroóptico después de aplicar el algoritmo GL oscuro a una secuencia de actualización particular.

La figura 6B muestra un elemento de visualización electroóptico después de aplicar la versión 3 del algoritmo de regiones de borde junto con el pulso iTop y descarga de tensión remanente a una secuencia de actualización particular.

La figura 7A es una representación gráfica de valores de tensión remanente frente al número de secuencias de modo oscuro para tres algoritmos de modo oscuro diferentes.

La figura 7B es una representación gráfica de desplazamiento de colocación de tono de grises correspondiente en valores de L^* frente al número de secuencias de modo oscuro para tres algoritmos de modo oscuro diferentes.

La figura 7C es una representación gráfica de imágenes fantasma en valores de L^* frente al número de secuencias de modo oscuro para tres algoritmos de modo oscuro diferentes.

La figura 8A es una representación gráfica que muestra puntuaciones de borde en L^* para visualización en modo claro a 25°C cuando se aplican diferentes formas de onda.

La figura 8B es una representación gráfica que muestra la eficacia de reducción de borde en porcentaje correspondiente a los valores en la figura 8A.

La figura 9 es una imagen a escala aumentada de un elemento de visualización electroforético que muestra un

patrón de tablero de ajedrez difuminado de tono de gris 1 (negro) y tono de gris 2 donde la imagen anterior tenía tono de gris 1 (negro) con los artefactos de borde resultantes mostrados en un tono de gris más claro/blanco.

La figura 10 es un esquema gráfico de un pulso iFull por tensión y número de trama, según algunas realizaciones.

La figura 11 es una representación gráfica que mide el error de claridad en valores de L^* frente al tamaño de trama del pulso iFull aplicado para un patrón de tablero de ajedrez difuminado de tono de gris 1 y tono de gris 2 donde la imagen anterior tenía tono de gris 1, según algunas realizaciones.

La figura 12 muestra un elemento de visualización electroóptico que visualiza una imagen en una combinación de modo oscuro y modo claro.

La figura 13 es una representación gráfica que mide la deriva de estado oscuro a lo largo del tiempo sin compensación de deriva y con compensación de deriva.

Descripción detallada

La presente invención se refiere a métodos para accionar elementos de visualización electroópticos en modo oscuro, especialmente elementos de visualización electroópticos biestables, y a aparatos para su uso en tales métodos. Más específicamente, esta invención se refiere a métodos de accionamiento que permiten una reducción de “imágenes fantasma” y artefactos de borde, y reducción de parpadeo en tales elementos de visualización cuando se visualiza texto blanco sobre un fondo negro. Esta invención está destinada especialmente, pero no exclusivamente, para su uso con elementos de visualización electroforéticos basados en partículas en los que uno o más tipos de partículas eléctricamente cargadas están presentes en un fluido y se mueven a través del fluido bajo la influencia de un campo eléctrico para cambiar el aspecto del elemento de visualización.

El término “electroóptico”, tal como se aplica a un material o un elemento de visualización, se usa en el presente documento con su significado convencional en la técnica de obtención de imágenes para referirse a un material que tiene un primer y segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, cambiándose el material de su primer a su segundo estado de visualización mediante aplicación de un campo eléctrico al material. Aunque la propiedad óptica es normalmente color perceptible por el ojo humano, puede ser otra propiedad óptica, tal como transmisión óptica, reflectancia, luminiscencia o, en el caso de elementos de visualización destinados a lectura por máquina, pseudocolor en el sentido de un cambio en la reflectancia de longitudes de onda electromagnéticas fuera del intervalo visible.

El término “estado gris” se usa en el presente documento con su significado convencional en la técnica de obtención de imágenes para referirse a un estado intermedio entre dos estados ópticos de extremo de un píxel, y no implica necesariamente una transición de negro-blanco entre estos dos estados de extremo. Por ejemplo, varias de las patentes de E Ink y solicitudes publicadas anteriormente mencionadas describen elementos de visualización electroforéticos en los que los estados de extremo son blanco y azul oscuro, de modo que un “estado gris” intermedio será realmente un azul pálido. De hecho, tal como ya se mencionó, el cambio en el estado óptico puede no ser un cambio de color en absoluto. Los términos “negro” y “blanco” pueden usarse a continuación en el presente documento para referirse a los dos estados ópticos de extremo de un elemento de visualización, y debe entenderse que incluyen normalmente estados ópticos de extremo que no son estrictamente negro y blanco, por ejemplo los estados blanco y azul oscuro anteriormente mencionados. El término “monocromo” puede usarse a continuación en el presente documento para designar un esquema de accionamiento que sólo acciona píxeles a sus dos estados ópticos de extremo sin estados grises intermedios.

Gran parte de la siguiente discusión se centrará en métodos para accionar uno o más píxeles de un elemento de visualización electroóptico a través de una transición desde un nivel de gris inicial (o “tono de gris”) hasta un nivel de gris final (que puede o no ser diferente del nivel de gris inicial). Los términos “estado gris”, “nivel de gris” y “tono de gris” se usan de manera intercambiable en el presente documento e incluyen los estados ópticos de extremo así como los estados grises intermedios. El número de posibles niveles de gris en los presentes sistemas es normalmente de 2-16 debido a limitaciones tales como diferenciación de pulsos de accionamiento impuesta por la tasa de transmisión de tramas de los controladores de elemento de visualización y la sensibilidad a la temperatura. Por ejemplo, en un elemento de visualización en negro y blanco que tiene 16 niveles de gris, habitualmente, el nivel de gris 1 es negro y el nivel de gris 16 es blanco; sin embargo, las designaciones de nivel de gris de negro y blanco pueden invertirse. En el presente documento, el tono de gris 1 se usará para designar el negro. El tono de gris 2 será un matiz más claro de negro a medida que los tonos de gris avanzan hacia el tono de gris 16 (es decir, blanco).

Los términos “biestable” y “biestabilidad” se usan en el presente documento con su significado convencional en la técnica para referirse a elementos de visualización que comprenden elementos de visualización que tienen un primer y segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, y de tal manera que, después de haberse accionado cualquier elemento dado, por medio de un pulso de direccionamiento de duración finita, para adoptar o bien su primer o bien su segundo estado de visualización, después de haberse terminado el pulso de direccionamiento, el estado persistirá durante al menos varias veces, por ejemplo al menos cuatro veces, la duración

mínima del pulso de direccionamiento requerida para cambiar el estado del elemento de visualización. En la patente estadounidense n.º 7.170.670 se muestra que algunos elementos de visualización electroforéticos basados en partículas capaces de proporcionar una escala de grises son estables no sólo en sus estados negro y blanco de extremo, sino también en sus estados grises intermedios, y lo mismo es cierto para algunos otros tipos de elementos de visualización electroópticos. Este tipo de elemento de visualización se denomina de manera apropiada “multiestable” en vez de biestable, aunque, por conveniencia, puede usarse el término “biestable” en el presente documento para cubrir tanto elementos de visualización biestables como multiestables.

El término “impulso” se usa en el presente documento con su significado convencional de la integral de la tensión con respecto al tiempo. Sin embargo, algunos medios electroópticos biestables actúan como transductores de carga y, con tales medios, puede usarse una definición alternativa de impulso, concretamente la integral de la corriente a lo largo del tiempo (que es igual a la carga total aplicada). Deberá usarse la definición apropiada de impulso, dependiendo de si el medio actúa como transductor de impulso de tensión-tiempo o transductor de impulso de carga.

El término “tensión remanente” se usa en el presente documento para hacer referencia a un campo eléctrico persistente o en decaimiento que puede permanecer en un elemento de visualización electroóptico después de terminarse un pulso de direccionamiento (un pulso de tensión usado para cambiar el estado óptico del medio electroóptico). Tales tensiones remanentes pueden conducir a efectos no deseados sobre las imágenes visualizadas en elementos de visualización electroópticos, incluyendo, sin limitación, los denominados fenómenos de “imágenes fantasma”, en los que, después de haberse reescrito el elemento de visualización, todavía están visibles trazas de la imagen anterior. La solicitud 2003/0137521 describe cómo una forma de onda con desequilibrio de corriente continua (CC) da como resultado que se cree una tensión remanente, pudiendo determinarse esta tensión remanente midiendo el potencial electroquímico de circuito abierto de un píxel de elemento de visualización.

El término “forma de onda” se usará para designar toda la curva de tensión frente al tiempo usada para realizar la transición desde un nivel de gris inicial específico hasta un nivel de gris final específico. Normalmente, una forma de onda de este tipo comprenderá una pluralidad de elementos de forma de onda; en la que estos elementos son esencialmente rectangulares (es decir, en la que un elemento dado comprende la aplicación de una tensión constante durante un periodo de tiempo); los elementos pueden denominarse “pulsos” o “pulsos de accionamiento”. El término “esquema de accionamiento” designa un conjunto de formas de onda suficientes para realizar todas las transiciones posibles entre niveles de gris para un elemento de visualización específico. Un elemento de visualización puede usar más de un esquema de accionamiento; por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.012.600 anteriormente mencionada enseña que puede necesitarse modificar un esquema de accionamiento dependiendo de parámetros tales como la temperatura del elemento de visualización o el tiempo que ha estado en funcionamiento durante su vida útil, y, por tanto, puede dotarse un elemento de visualización de una pluralidad de esquemas de accionamiento diferentes que van a usarse a diferente temperatura, etc. Un conjunto de esquemas de accionamiento usado de esta manera puede denominarse “un conjunto de esquemas de accionamiento relacionados”. También es posible, tal como se describe en varias de las solicitudes de MEDEOD anteriormente mencionadas, usar más de un esquema de accionamiento simultáneamente en diferentes zonas del mismo elemento de visualización, y un conjunto de esquemas de accionamiento usado de esta manera puede denominarse “conjunto de esquemas de accionamiento simultáneos”.

Se conocen varios tipos de elementos de visualización electroópticos. Un tipo de elemento de visualización electroóptico es un tipo de elemento bicromal rotatorio tal como se describe, por ejemplo, en las patentes estadounidenses n.ºs 5.808.783; 5.777.782; 5.760.761; 6.054.071 6.055.091; 6.097.531; 6.128.124; 6.137.467; y 6.147.791 (aunque con frecuencia este tipo de elemento de visualización se denomina elemento de visualización “de esfera bicromal rotatoria”, se prefiere el término “elemento bicromal rotatorio” ya que es más exacto porque, en algunas de las patentes anteriormente mencionadas, los elementos rotatorios no son esféricos). Un elemento de visualización de este tipo usa un gran número de cuerpos pequeños (normalmente esféricos o cilíndricos) que tienen dos o más secciones con diferentes características ópticas, y un dipolo interno. Estos cuerpos están suspendidos dentro de vacuolas llenas de líquido dentro de una matriz, estando las vacuolas llenas de líquido de modo que los cuerpos son libres de rotar. El aspecto del elemento de visualización cambia aplicando un campo eléctrico al mismo, haciendo rotar de ese modo los cuerpos a diversas posiciones y haciendo variar cuál de las secciones de los cuerpos se observa a través de una superficie de visualización. Este tipo de medio electroóptico es normalmente biestable.

Otro tipo de elemento de visualización electroóptico usa un medio electrocrómico, por ejemplo un medio electrocrómico en forma de una película nanocrómica que comprende un electrodo formado al menos en parte a partir de un óxido de metal semiconductor y una pluralidad de moléculas colorantes capaces de experimentar un cambio de color reversible unidas al electrodo; véase, por ejemplo O'Regan, B., *et al.*, Nature 1991, 353, 737; y Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (marzo de 2002). Véase también Bach, U., *et al.*, Adv. Mater., 2002, 14(11), 845. También se describen películas nanocrómicas de este tipo, por ejemplo, en las patentes estadounidenses n.ºs 6.301.038; 6.870.657; y 6.950.220. Este tipo de medio también es normalmente biestable.

Otro tipo de elemento de visualización electroóptico es un elemento de visualización de electrohumección

desarrollado por Philips y descrito en Hayes, R.A., *et al.*, "Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting", *Nature*, 425, 383-385 (2003). En la patente estadounidense n.º 7.420.549 se muestra que puede hacerse que tales elementos de visualización de electrohumectación sean biestables.

- 5 Un tipo de elemento de visualización electroóptico, que ha sido objeto de intensa investigación y desarrollo durante varios años, es el elemento de visualización electroforético basado en partículas, en el que una pluralidad de partículas cargadas se mueven a través de un fluido bajo la influencia de un campo eléctrico. Los elementos de visualización electroforéticos pueden tener atributos de buen brillo y contraste, amplios ángulos de visión, biestabilidad de estado y bajo consumo de potencia en comparación con elementos de visualización de cristal
- 10 líquido. No obstante, problemas con la calidad de imagen a largo plazo de estos elementos de visualización han impedido su uso extendido. Por ejemplo, las partículas que constituyen los elementos de visualización electroforéticos tienden a sedimentarse, dando como resultado una vida útil inadecuada para estos elementos de visualización.
- 15 Tal como se indicó anteriormente, los medios electroforéticos requieren la presencia de un fluido. En la mayoría de los medios electroforéticos de la técnica anterior, este fluido es un líquido, pero los medios electroforéticos pueden producirse usando fluidos gaseosos; véase, por ejemplo, Kitamura, T., *et al.*, "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japan, 2001, Paper HCS1-1, y Yamaguchi, Y., *et al.*, "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japan, 2001, Paper AMD4-4). Véanse también las patentes
- 20 estadounidenses n.ºs 7.321.459 y 7.236.291. Tales medios electroforéticos basados en gas parecen ser propensos a los mismos tipos de problemas debidos a sedimentación de partículas que los medios electroforéticos basados en líquido, cuando se usan los medios en una orientación que permite tal sedimentación, por ejemplo en una señal en la que el medio está dispuesto en un plano vertical. De hecho, la sedimentación de partículas parece ser un problema más grave en medios electroforéticos basados en gas que en los basados en líquido, ya que la viscosidad
- 25 inferior de fluidos en suspensión gaseosos en comparación con los líquidos permite una sedimentación más rápida de las partículas electroforéticas.
- Numerosas patentes y solicitudes cedidas al, o en nombre del, Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y E Ink Corporation describen diversas tecnologías usadas en medios electroforéticos encapsulados y otros medios
- 30 electroópticos. Tales medios encapsulados comprenden numerosas cápsulas pequeñas, cada una de las cuales comprende a su vez una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles en un medio fluido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Normalmente, las cápsulas están sujetas dentro de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente posicionada entre dos electrodos. Las tecnologías descritas en estas patentes y solicitudes incluyen:
- 35 (a) partículas electroforéticas, fluidos y aditivos de fluido; véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.ºs 7.002.728; y 7.679.814;
- (b) cápsulas, aglutinantes y procedimientos de encapsulación; véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses
- 40 n.ºs 6.922.276; y 7.411.719;
- (c) películas y subconjuntos que contienen materiales electroópticos; véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.ºs 6.982.178; y 7.839.564;
- 45 (d) paneles de soporte, capas adhesivas y otras capas auxiliares y métodos usados en elementos de visualización; véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.ºs 7.116.318; y 7.535.624;
- (e) formación de color y ajuste de color; véanse, por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.075.502; y la
- 50 publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2007/0109219;
- (f) métodos para accionar elementos de visualización; véanse las solicitudes de MEDEOD anteriormente mencionadas;
- (g) aplicaciones de elementos de visualización; véanse, por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.312.784; y la
- 55 publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2006/0279527; y
- (h) elementos de visualización no electroforéticos, tal como se describe en las patentes estadounidenses n.ºs 6.241.921; 6.950.220; y 7.420.549; y la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2009/0046082.
- 60 Muchas de las patentes y solicitudes anteriormente mencionadas reconocen que las paredes que rodean las microcápsulas diferenciadas en un medio electroforético encapsulado pueden sustituirse por una fase continua, produciendo por tanto un denominado elemento de visualización electroforético disperso en polímero, en el que el medio electroforético comprende una pluralidad de gotitas diferenciadas de un fluido electroforético y una fase
- 65 continua de un material polimérico, y que las gotitas diferenciadas de fluido electroforético dentro de un elemento de visualización electroforético disperso en polímero de este tipo pueden considerarse como cápsulas o microcápsulas aunque no haya una membrana de cápsula diferenciada asociada con cada gotita individual; véase por ejemplo, la

patente estadounidense n.º 6.866.760 anteriormente mencionada. Por consiguiente, para los propósitos de la presente solicitud, tales medios electroforéticos dispersos en polímero se consideran como una subespecie de medios electroforéticos encapsulados.

Un tipo relacionado de elemento de visualización electroforético es un denominado "elemento de visualización electroforético de microceldas". En un elemento de visualización electroforético de microceldas, las partículas cargadas y el fluido no están encapsulados dentro de microcápsulas, sino que en vez de eso están retenidos dentro de una pluralidad de cavidades formadas dentro de un medio de soporte, normalmente una película polimérica. Véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.ºs 6.672.921 y 6.788.449, ambas cedidas a Sipix Imaging, Inc.

Aunque con frecuencia los medios electroforéticos son opacos (ya que, por ejemplo, en muchos medios electroforéticos, las partículas bloquean sustancialmente la transmisión de luz visible a través del elemento de visualización) y funcionan en un modo reflectivo, puede hacerse que muchos elementos de visualización electroforéticos funcionen en un denominado "modo de obturador" en el que un estado de visualización es sustancialmente opaco y uno es transmisor frente a la luz. Véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.ºs 5.872.552; 6.130.774; 6.144.361; 6.172.798; 6.271.823; 6.225.971; y 6.184.856. Los elementos de visualización dielectroforéticos, que son similares a los elementos de visualización electroforéticos pero se basan en variaciones en la intensidad de campo eléctrico, pueden funcionar en un modo similar; véase la patente estadounidense n.º 4.418.346. Otros tipos de elementos de visualización electroópticos también pueden ser capaces de funcionar en modo de obturador. Los medios electroópticos que funcionan en modo de obturador pueden ser útiles en estructuras de múltiples capas para elementos de visualización a todo color; en tales estructuras, al menos una capa adyacente a la superficie de visualización del elemento de visualización funciona en modo de obturador para exponer u ocultar una segunda capa más distante de la superficie de visualización.

Un elemento de visualización electroforético encapsulado normalmente no presenta el modo de fallo de agrupación y sedimentación de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona ventajas adicionales, tales como la capacidad de imprimir o recubrir el elemento de visualización sobre una amplia variedad de sustratos flexibles y rígidos. (Se pretende que el uso del término "imprimir" incluya todas las formas de impresión y recubrimiento, incluyendo, pero sin limitación: recubrimientos previamente dosificados tales como recubrimiento por troquel por parches, recubrimiento por ranura o extrusión, recubrimiento por deslizamiento o cascada, recubrimiento por cortina; recubrimiento por rodillos tal como recubrimiento por cuchilla sobre rodillo, recubrimiento por rodillo directo e inverso; recubrimiento por grabado; recubrimiento por inmersión; recubrimiento por pulverización; recubrimiento por menisco; recubrimiento por centrifugación; recubrimiento por cepillo; recubrimiento por cuchilla de aire; procedimientos de impresión por serigrafía; procedimientos de impresión electrostática; procedimientos de impresión térmica; procedimientos de impresión por chorro de tinta; deposición electroforética (véase la patente estadounidense n.º 7.339.715) y otras técnicas similares). Por tanto, el elemento de visualización resultante puede ser flexible. Además, dado que el medio de visualización puede imprimirse (usando una variedad de métodos), el propio elemento de visualización puede fabricarse de manera económica.

También pueden usarse otros tipos de medios electroópticos en los elementos de visualización de la presente invención.

El comportamiento biestable o multiestable de los elementos de visualización electroforéticos basados en partículas, y otros elementos de visualización electroópticos que presentan un comportamiento similar (tales elementos de visualización pueden denominarse a continuación en el presente documento por conveniencia "elementos de visualización accionados por impulsos"), contrasta notablemente con el de los elementos de visualización de cristal líquido ("LC") convencionales. Los cristales líquidos nemáticos girados no son bi o multiestables, sino que actúan como transductores de tensión, de modo que aplicar un campo eléctrico dado a un píxel de un elemento de visualización de este tipo produce un nivel de gris específico en el píxel, independientemente del nivel de gris anteriormente presente en el píxel. Además, los elementos de visualización de LC sólo se accionan en una dirección (de no transmisivos u "oscuros" a transmisivos o "claros"), realizándose la transición inversa de un estado más claro a uno más oscuro por la reducción o eliminación del campo eléctrico. Finalmente, el nivel de gris de un píxel de un elemento de visualización de LC no es sensible a la polaridad del campo eléctrico, sólo a su magnitud, y, de hecho, por motivos técnicos los elementos de visualización de LC comerciales habitualmente invierten la polaridad del campo de accionamiento a intervalos frecuentes. En cambio, los elementos de visualización electroópticos biestables actúan, en una primera aproximación, como transductores de impulsos, de modo que el estado final de un píxel depende no sólo del campo eléctrico aplicado y del tiempo durante el cual se aplica este campo, sino también del estado del píxel antes de la aplicación del campo eléctrico.

Tanto si el medio electroóptico usado es biestable como si no, para obtener un elemento de visualización de alta resolución, los píxeles individuales de un elemento de visualización deben poder direccionarse sin interferencia procedente de píxeles adyacentes. Una manera de lograr este objetivo es una disposición de elementos no lineales, es decir transistores, con al menos un elemento no lineal asociado con cada píxel, para producir un elemento de visualización de "matriz activa". Un electrodo de direccionamiento o de píxel, que direcciona un píxel, está conectado a una fuente de tensión apropiada a través del elemento no lineal asociado. Normalmente, cuando el elemento no lineal es un transistor, el electrodo de píxel está conectado al drenaje del transistor, y se supondrá esta disposición

en la siguiente descripción, aunque es esencialmente arbitraria y el electrodo de píxel puede conectarse a la fuente del transistor. Convencionalmente, en las disposiciones de alta resolución, los píxeles están dispuestos en una disposición bidimensional de filas y columnas, de tal manera que cualquier píxel específico está definido de manera única por la intersección de una fila especificada y una columna especificada. Las fuentes de todos los transistores en cada columna están conectadas a un electrodo de una única columna, mientras que las compuertas de todos los transistores en cada fila están conectadas a un electrodo de una única fila; de nuevo, la asignación de fuentes a filas y de compuertas a columnas es convencional pero esencialmente arbitraria, y puede invertirse si se desea. Los electrodos de fila están conectados a un elemento de accionamiento de fila, que garantiza esencialmente que, en cualquier momento dado, sólo se selecciona una fila, es decir, que se aplica al electrodo de fila seleccionado una tensión tal como para garantizar que todos los transistores en la fila seleccionada son conductores, mientras que se aplica a todas las demás filas una tensión tal como para garantizar que todos los transistores en estas filas no seleccionadas siguen sin ser conductores. Los electrodos de columna están conectados a elementos de accionamiento de columna, que imponen sobre los diversos electrodos de columna tensiones seleccionadas para accionar los píxeles en la fila seleccionada a sus estados ópticos deseados. (Las tensiones anteriormente mencionadas son con respecto a un electrodo delantero común que se proporciona de manera convencional en el lado opuesto del medio electroóptico con respecto a la disposición no lineal y se extiende a través de todo el elemento de visualización). Después de un intervalo previamente seleccionado conocido como "tiempo de direccionamiento de línea", se deselecciona la fila seleccionada, se selecciona la siguiente fila y se cambian las tensiones en los elementos de accionamiento de columna de modo que se escribe la siguiente línea del elemento de visualización. Este procedimiento se repite de modo que todo el elemento de visualización se escribe fila por fila.

En principio, puede parecer que el método ideal para dirigir un elemento de visualización electroóptico accionado por impulsos de este tipo sería un denominado "flujo de imágenes en escala de grises general" en el que un controlador dispone cada escritura de una imagen de modo que cada píxel realiza una transición directamente desde su nivel de gris inicial hasta su nivel de gris final. Sin embargo, inevitablemente hay algo de error en la escritura de imágenes en un elemento de visualización accionado por impulsos. Algunos de tales errores encontrados en la práctica incluyen:

(a) Dependencia de estado previo; al menos con algunos medios electroópticos, el impulso requerido para conmutar un píxel a un nuevo estado óptico depende no sólo del estado óptico actual y deseado, sino también de los estados ópticos previos del píxel.

(b) Dependencia de tiempo de permanencia; al menos con algunos medios electroópticos, el impulso requerido para conmutar un píxel a un nuevo estado óptico depende del tiempo que permaneció el píxel en sus diversos estados ópticos. La naturaleza precisa de esta dependencia no se entiende bien, pero, en general, se requiere más impulso cuanto más tiempo ha estado el píxel en su estado óptico actual.

(c) Dependencia de la temperatura; el impulso requerido para conmutar un píxel a un nuevo estado óptico depende fuertemente de la temperatura.

(d) Dependencia de la humedad; el impulso requerido para conmutar un píxel a un nuevo estado óptico depende, al menos con algunos tipos de medios electroópticos, de la humedad ambiental.

(e) Uniformidad mecánica; el impulso requerido para conmutar un píxel a un nuevo estado óptico puede verse afectado por variaciones mecánicas en el elemento de visualización, por ejemplo variaciones en el grosor de un medio electroóptico o un adhesivo de laminación asociado. Otros tipos de falta de uniformidad mecánica pueden surgir de variaciones inevitables entre diferentes lotes de fabricación de medio, tolerancias de fabricación y variaciones de materiales.

(f) Errores de tensión; el impulso real aplicado a un píxel diferirá ligeramente de manera inevitable con respecto al teóricamente aplicado debido a ligeros errores inevitables de las tensiones suministradas por los elementos de accionamiento.

El flujo de imágenes en escala de grises general presenta un fenómeno de "acumulación de errores". Por ejemplo, se considera que la dependencia de la temperatura da como resultado un error de $0,2 L^*$ (donde L^* tiene la definición habitual de CIE:

$$L^* = 116(R/R_0)^{1/3} - 16,$$

donde R es la reflectancia y R_0 es un error de valor de reflectancia convencional en la dirección positiva en cada transición. Después de cincuenta transiciones, este error se acumulará hasta $10 L^*$. Quizás de manera más realista, se supone que el error promedio en cada transición, expresado en cuanto a la diferencia entre la reflectancia teórica y real del elemento de visualización, es de $\pm 0,2 L^*$. Después de 100 transiciones sucesivas, los píxeles presentarán una desviación promedio con respecto a su estado esperado de $2 L^*$; tales desviaciones resultan evidentes para el observador medio con ciertos tipos de imágenes.

Este fenómeno de acumulación de errores se aplica no sólo a errores debidos a la temperatura, sino también a

errores de todos los tipos indicados anteriormente. Tal como se describe en la patente estadounidense n.º 7.012.600 anteriormente mencionada, es posible compensar tales errores, pero sólo con un grado limitado de precisión. Por ejemplo, pueden compensarse errores de temperatura usando un sensor de temperatura y una tabla de consulta, pero el sensor de temperatura tiene una resolución limitada y puede leer una temperatura ligeramente diferente de la del medio electroóptico. De manera similar, puede compensarse la dependencia de estado previo almacenando los estados previos y usando una matriz de transiciones multidimensional, pero la memoria de controlador limita el número de estados que pueden registrarse y el tamaño de la matriz de transición que puede almacenarse, imponiendo un límite sobre la precisión de este tipo de compensación.

Por tanto, el flujo de imágenes en escala de grises general requiere un control muy preciso del impulso aplicado para proporcionar buenos resultados, y desde el punto de vista empírico se ha encontrado que, en el estado actual de la tecnología de elementos de visualización electroópticos, el flujo de imágenes en escala de grises general no resulta viable en un elemento de visualización comercial.

El documento US 2013/0194250 anteriormente mencionado describe técnicas para reducir el parpadeo y las imágenes fantasma de borde. Una técnica de este tipo, denominada método de “actualización general selectiva” o “SGU”, implica accionar un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles usando un primer esquema de accionamiento, en el que todos los píxeles se accionan en cada transición, y un segundo esquema de accionamiento, en el que los píxeles que experimentan algunas transiciones no se accionan. El primer esquema de accionamiento se aplica a una proporción minoritaria distinta de cero de los píxeles durante una primera actualización del elemento de visualización, mientras que el segundo esquema de accionamiento se aplica a los píxeles restantes durante la primera actualización. Durante una segunda actualización después de la primera actualización, se aplica el primer esquema de accionamiento a una proporción minoritaria distinta de cero diferente de los píxeles, mientras que se aplica el segundo esquema de accionamiento a los píxeles restantes durante la segunda actualización. Normalmente, el método de SGU se aplica para actualizar el fondo blanco que rodea a texto o una imagen, de modo que sólo una proporción minoritaria de los píxeles en el fondo blanco experimentan una actualización durante cualquier actualización de visualización, pero todos los píxeles del fondo se actualizan gradualmente de modo que se evita la deriva del fondo blanco a un color gris sin necesidad de una actualización parpadeante. Resultará fácilmente evidente para los expertos en la tecnología de elementos de visualización electroópticos que la aplicación del método de SGU requiere una forma de onda especial (denominada a continuación en el presente documento forma de onda “F” o “transición F”) para los píxeles individuales que deben experimentar una actualización en cada transición.

El documento US 2013/0194250 anteriormente mencionado también describe un “esquema de accionamiento de transición de par de pulsos equilibrados” o “BPPWWTDS”, que implica la aplicación de uno o más pares de pulsos equilibrados (siendo un par de pulsos equilibrados o “BPP” un par de pulsos de accionamiento de polaridades opuestas de tal manera que el siguiente impulso del par de pulsos equilibrados es sustancialmente cero) durante transiciones de blanco a blanco en píxeles que pueden identificarse como que es probable que den lugar a artefactos de borde, y están en una configuración espaciotemporal de tal manera que el/los par(es) de pulsos equilibrados será(n) eficaz(es) para eliminar o reducir el artefacto de borde. De manera deseable, los píxeles en los que se aplica el BPP se seleccionan de tal manera que el BPP se enmascara mediante otra actividad de actualización. Obsérvese que la aplicación de uno o más BPP no afecta al equilibrio de CC deseable de un esquema de accionamiento dado que cada BPP tiene inherentemente un impulso neto de cero y, por tanto, no altera el equilibrio de CC de un esquema de accionamiento. Una segunda técnica de este tipo, denominada “esquema de accionamiento de pulso de relleno de blanco/blanco” o “WWTOPDS”, implica aplicar un pulso de “relleno” durante transiciones de blanco a blanco en píxeles que pueden identificarse como que es probable que den lugar a artefactos de borde, y están en una configuración espaciotemporal de tal manera que el pulso de relleno será eficaz para eliminar o reducir el artefacto de borde. La aplicación de BPPWWTDS o WWTOPDS requiere de nuevo una forma de onda especial (denominada a continuación en el presente documento forma de onda “T” o “transición T”) para los píxeles individuales que deben experimentar actualización en cada transición. Las formas de onda T y F sólo se aplican normalmente a píxeles que experimentan transiciones de blanco a blanco. En un esquema de accionamiento limitado global, la forma de onda de blanco a blanco está vacía (es decir, consiste en una serie de pulsos de tensión cero) mientras que todas las demás formas de onda no están vacías. Por consiguiente, cuando es aplicable, las formas de onda T y F no vacías sustituyen a las formas de onda de blanco a blanco vacías en un esquema de accionamiento limitado global.

En algunas circunstancias, puede ser deseable que un único elemento de visualización use múltiples esquemas de accionamiento. Por ejemplo, un elemento de visualización capaz de realizar más de dos niveles de gris puede usar un esquema de accionamiento de escala de grises (“GSDS”) que puede realizar transiciones entre todos los posibles niveles de gris, y un esquema de accionamiento monocromático (“MDS”) que realiza transiciones únicamente entre dos niveles de gris, proporcionando el MDS una reescritura más rápida del elemento de visualización que el GSDS. El MDS se usa cuando todos los píxeles que están cambiándose durante una reescritura del elemento de visualización están realizando transiciones únicamente entre los dos niveles de gris usados por el MDS. Por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.119.772 anteriormente mencionada describe un elemento de visualización en forma de un libro electrónico o dispositivo similar capaz de visualizar imágenes en escala de grises y también capaz de visualizar un recuadro de diálogo monocromático que permite a un usuario introducir texto referente a las

imágenes visualizadas. Cuando el usuario está introduciendo texto, se usa un MDS rápido para actualizar rápidamente el recuadro de diálogo, proporcionando de ese modo al usuario una rápida confirmación del texto que está introduciéndose. Por otro lado, cuando está cambiándose toda la imagen en escala de grises mostrada en el elemento de visualización, se usa un GSDS más lento.

Alternativamente, un elemento de visualización puede usar un GSDS simultáneamente con un esquema de accionamiento de "actualización directa" ("DUDS"). El DUDS puede tener dos o más de dos niveles de gris, normalmente menos que el GSDS, pero la característica más importante de un DUDS es que las transiciones se gestionan mediante un sencillo elemento de accionamiento unidireccional desde el nivel de gris inicial hasta el nivel de gris final, en contraposición a las transiciones "indirectas" usadas con frecuencia en un GSDS, en el que, al menos en algunas transiciones, el píxel se acciona desde un nivel de gris inicial hasta un estado óptico de extremo, después en el sentido inverso hasta un nivel de gris final; en algunos casos, la transición puede realizarse mediante accionamiento desde el nivel de gris inicial hasta un estado óptico de extremo, de ahí hasta el estado óptico de extremo opuesto y sólo entonces hasta el estado óptico de extremo final, véase, por ejemplo, el esquema de accionamiento ilustrado en las figuras 11A y 11B de la patente estadounidense n.º 7.012.600 anteriormente mencionada. Por tanto, los presentes elementos de visualización electroforéticos pueden tener un tiempo de actualización en modo de escala de grises de aproximadamente dos a tres veces la longitud de un pulso de saturación (en el que "la longitud de un pulso de saturación" se define como el periodo de tiempo, a una tensión específica, que es suficiente para accionar un píxel de un elemento de visualización desde un estado óptico de extremo hasta el otro), o de aproximadamente 700-900 milisegundos, mientras que un DUDS tiene un tiempo de actualización máximo igual a la longitud del pulso de saturación, o de aproximadamente 200-300 milisegundos.

Sin embargo, la variación en los esquemas de accionamiento no se limita a diferencias en el número de niveles de gris usados. Por ejemplo, los esquemas de accionamiento pueden dividirse en esquemas de accionamiento globales, en los que se aplica una tensión de accionamiento a todos los píxeles en la región a la que está aplicándose el esquema de accionamiento de actualización global (denominado de manera más exacta esquema de accionamiento "completo global" o "GC") (que puede ser todo el elemento de visualización o alguna porción definida del mismo) y esquemas de accionamiento de actualización parciales, en los que se aplica una tensión de accionamiento tan sólo a píxeles que están experimentando una transición distinta de cero (es decir, una transición en la que los niveles de gris inicial y final difieren uno de otro), pero no se aplica ninguna tensión de accionamiento o se aplica una tensión de cero durante transiciones de cero o transiciones nulas (en las que los niveles de gris inicial y final son iguales). Tal como se usan en el presente documento, los términos "transición de cero" y "transición nula" se usan de manera intercambiable. Una forma intermedia de esquema de accionamiento (denominado esquema de accionamiento "limitado global" o "GL") es similar a un esquema de accionamiento GC excepto porque no se aplica ninguna tensión de accionamiento a un píxel que está experimentando una transición de cero de blanco a blanco. Por ejemplo, en un elemento de visualización usado como libro electrónico, que visualiza texto negro sobre un fondo blanco, hay numerosos píxeles blancos, especialmente en los márgenes y entre líneas de texto que permanecen sin cambiar de una página de texto a la siguiente; por tanto, no reescribir estos píxeles blancos reduce sustancialmente el "parpadeo" aparente de la reescritura del elemento de visualización.

Sin embargo, quedan algunos problemas en este tipo de esquema de accionamiento GL. En primer lugar, tal como se comenta en detalle en algunas de las solicitudes de MEDEOD anteriormente mencionadas, normalmente los medios electroópticos biestables no son completamente biestables, y los píxeles puestos en un estado óptico de extremo experimentan una deriva gradual, a lo largo de un periodo de minutos a horas, hacia un nivel de gris intermedio. En particular, los píxeles accionados a blanco experimentan una deriva lenta hacia un color gris claro. Por tanto, si en un esquema de accionamiento GL se permite que un píxel blanco permanezca sin accionar a lo largo de varios cambios de página, durante los cuales se accionan otros píxeles blancos (por ejemplo, los que forman partes de los caracteres de texto), los píxeles blancos recién actualizados serán ligeramente más claros que los píxeles blancos sin actualizar, y eventualmente la diferencia resultará evidente incluso para un usuario sin formación.

En segundo lugar, cuando un píxel no accionado se encuentra adyacente a un píxel que está actualizándose, se produce un fenómeno conocido como "expansión", en el que el accionamiento del píxel accionado provoca un cambio en el estado óptico a lo largo de una zona ligeramente mayor que la del píxel accionado, y esta zona penetra en la zona de píxeles adyacentes. Tal expansión se manifiesta como efectos de borde a lo largo de los bordes en los que los píxeles no accionados se encuentran adyacentes a píxeles accionados. Se producen efectos de borde similares cuando se usan actualizaciones regionales (en las que sólo se actualiza una región particular del elemento de visualización, por ejemplo para mostrar una imagen), excepto porque, con las actualizaciones regionales, los efectos de borde se producen en el límite de la región que está actualizándose. A lo largo del tiempo, tales efectos de borde se vuelven visualmente molestos y deben eliminarse. Hasta ahora, tales efectos de borde (y los efectos de deriva de color en píxeles blancos no accionados) normalmente se han eliminado usando una única actualización GC a intervalos. Desafortunadamente, el uso de una actualización GC ocasional de este tipo reintroduce el problema de una actualización "parpadeante" y, de hecho, el parpadeo de la actualización puede destacarse por el hecho de que la actualización parpadeante sólo se produce a intervalos largos.

La presente invención se refiere a reducir o eliminar los problemas comentados anteriormente al tiempo que todavía se evitan lo más posible las actualizaciones parpadeantes. Sin embargo, existe una complicación adicional al

intentar resolver los problemas anteriormente mencionados, concretamente la necesidad de equilibrio de CC global. Tal como se comenta en muchas de las solicitudes de MEDEOD anteriormente mencionadas, las propiedades electroópticas y la vida útil de funcionamiento de los elementos de visualización pueden verse afectadas de manera adversa si los esquemas de accionamiento usados no tienen sustancialmente equilibrio de CC (es decir, si la suma algebraica de los impulsos aplicados a un píxel durante cualquier serie de transiciones que comienzan y terminan en el mismo nivel de gris no es próxima a cero). Véase especialmente la patente estadounidense n.º 7.453.445 anteriormente mencionada, que comenta los problemas de equilibrado de CC en los denominados "bucles heterogéneos" que implican transiciones llevadas a cabo usando más de un esquema de accionamiento. Un esquema de accionamiento con equilibrio de CC garantiza que el sesgo de impulso neto total en cualquier momento dado está limitado (para un número finito de estados grises). En un esquema de accionamiento con equilibrio de CC, a cada estado óptico del elemento de visualización se le asigna un potencial de impulso (IP) y las transiciones individuales entre estados ópticos se definen de tal manera que el impulso neto de la transición es igual a la diferencia del potencial de impulso entre los estados inicial y final de la transición. En un esquema de accionamiento con equilibrio de CC, se requiere que cualquier impulso neto de ida y vuelta sea sustancialmente cero.

En un aspecto, esta invención proporciona métodos de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles para visualizar texto blanco sobre un fondo negro ("modo oscuro", también denominado en el presente documento "modo negro") al tiempo que se reducen los artefactos de borde, imágenes fantasma y actualizaciones parpadeantes. Además, el texto blanco puede incluir píxeles que tienen niveles de gris intermedios, si el texto se suaviza. Visualizar texto negro sobre un fondo claro o blanco se denomina en el presente documento "modo claro" o "modo blanco". La figura 1A muestra un elemento de visualización electroóptico en modo oscuro en el que se minimiza la acumulación de artefactos de borde 102. Normalmente, cuando se visualiza texto blanco sobre un fondo negro, pueden acumularse bordes blancos o artefactos de borde después de múltiples actualizaciones (como con los bordes oscuros en el modo claro). Esta acumulación de bordes es particularmente visible cuando los píxeles de fondo (es decir, píxeles en los márgenes y en el interlineado entre líneas de texto) no parpadean durante actualizaciones (es decir, los píxeles de fondo, que permanecen en el estado óptico de extremo negro a lo largo de actualizaciones repetidas, experimentan transiciones de cero de negro a negro repetidas, durante las cuales no se aplica ninguna tensión de accionamiento a los píxeles, y no parpadean). La figura 1B muestra un elemento de visualización electroóptico en un modo oscuro en el que se acumulan artefactos de borde 104 cuando los píxeles oscuros de fondo experimentan transiciones de cero. Un modo oscuro en el que no se aplica ninguna tensión de accionamiento durante transiciones de negro a negro puede denominarse "modo GL oscuro"; esto es esencialmente lo inverso de un modo GL claro en el que no se aplica ninguna tensión de accionamiento a los píxeles de fondo que experimentan transiciones de cero de blanco a blanco. El modo GL oscuro puede implementarse definiendo una transición de cero para píxeles de negro a negro, pero además puede implementarse mediante algún otro medio tal como una actualización parcial por el controlador.

El propósito de la presente invención es reducir la acumulación de artefactos de borde en un modo GL oscuro aplicando una transición de forma de onda especial según un algoritmo junto con métodos para gestionar el desequilibrio de CC introducido por la transición especial. Esta invención se refiere a eliminar el borde blanco que puede aparecer entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición de un tono distinto de negro a un estado negro y el otro píxel está realizando una transición de negro a negro. Para un modo GL oscuro, la transición de negro a negro es nula (es decir, no se aplica ninguna tensión al píxel durante esta transición). En tal situación, la eliminación de artefacto de borde puede lograrse identificando tales pares de transiciones de píxeles adyacentes y marcando el píxel de negro a negro para recibir una transición especial denominada pulso de relleno invertido ("pulso iTop"). El pulso iTop no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas, pero se describe en el presente documento ya que resulta útil para entender la invención.

La figura 2 es un esquema gráfico de un pulso de relleno invertido. El pulso iTop puede definirse mediante dos parámetros ajustables, el tamaño (impulso) del pulso ("tamaño de iTop", es decir, la integral de la tensión aplicada con respecto al tiempo), y el "relleno", es decir, el periodo entre el final del pulso iTop y el final de la forma de onda ("relleno de iTop"). Estos parámetros pueden ajustarse y pueden determinarse mediante el tipo de elemento de visualización y su uso, los intervalos preferidos en número de tramas son: tamaño de entre 1 y 35, y relleno de entre 0 y 50. Tal como se mencionó anteriormente, los intervalos pueden ser más grandes si así lo requiere el rendimiento del elemento de visualización.

La figura 3 es un esquema gráfico de intensidad de componente de borde medida en L^* para tres secuencias diferentes de actualización activa más pulso iTop a lo largo de un intervalo de parámetros de tamaño de iTop y relleno de iTop. Las etiquetas de datos ec #1, ec #5 y ec #15 indican el número de veces que se ejecutan una actualización activa y un pulso iTop antes de cuantificar el valor de componente de borde en L^* . Para ec #1, se ejecutan una actualización y un pulso iTop, después, se mide el valor de L^* . Para ec #5, se ejecutan cinco actualizaciones y cinco pulsos iTop, después se mide el valor de L^* , etc. El punto de datos 302 es para el sistema GL oscuro nominal en el que tanto el tamaño de iTop como el relleno de iTop son cero. Para este estudio, el punto de datos más bajo para ec #5 304 se seleccionó para que fuera la mejor forma de onda de iTop, que tenía un tamaño de iTop de 10 y un relleno de iTop de 3.

La figura 4 es un esquema ilustrativo que identifica las regiones de borde 408 para aplicar el pulso de relleno

invertido de texto blanco 404 visualizado sobre un fondo negro 402. En la figura 4, el texto se suaviza, de modo que hay tonos de gris 406. El pulso iTop puede aplicarse a píxeles en la región de borde 408 tal como se ilustra. Pueden usarse cuatro versiones diferentes del algoritmo para identificar el número de píxeles en la región de borde en los que se aplica el pulso iTop. Puede ser deseable minimizar el número de píxeles global a los que se aplica el pulso iTop, con el fin de limitar el desequilibrio de CC y/o prevenir el exceso de oscurecimiento de píxel.

Los algoritmos de forma de onda de región de borde usan los siguientes datos para determinar si un píxel en una ubicación (i,j) está dentro de la región de borde o no: la ubicación de un píxel (i,j); el tono de gris actual del píxel (i,j); el siguiente tono de gris del píxel (i,j); los tonos de gris actual y/o siguiente de los vecinos cardinales del píxel (i,j), que designan los vecinos al norte, sur, este y oeste del píxel (i,j); y los siguientes tonos de gris de los vecinos diagonales del píxel (i,j).

La figura 5A es un esquema ilustrativo de la primera versión del algoritmo de forma de onda de región de borde. En la versión 1, se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j), en cualquier orden, según las siguientes reglas: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional, es decir, aplicar la forma de onda para la transición relevante para cualquier esquema de accionamiento que esté usándose; b) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro, aplicar la forma de onda de iTop; o c) de lo contrario, aplicar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

En la versión 2, se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j), en cualquier orden, según las siguientes reglas: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro y un siguiente tono de gris de negro, aplicar la forma de onda de iTop; o c) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

La figura 5B es un esquema ilustrativo de la tercera versión del algoritmo de forma de onda de región de borde. En la versión 3, se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j), en cualquier orden, según las siguientes reglas: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro, aplicar la forma de onda de iTop; o c) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

La figura 5C es un esquema ilustrativo de la cuarta versión del algoritmo de forma de onda de región de borde. En la versión 4, se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j), en cualquier orden, según las siguientes reglas: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales y diagonales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro, aplicar la forma de onda de iTop; o c) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

Esta familia de algoritmos particular, las versiones 1-4, representan una reducción secuencial en el uso global del pulso iTop. Se desea reducir el uso del pulso iTop. Por ejemplo, en situaciones en las que los vecinos de píxel no realizan una transición a negro, sino que, en vez de eso, realizan una transición a tonos de blanco o gris, estas transiciones de vecinos son mucho más intensas, y pueden anular la transición de iTop. Además, si algunos vecinos terminan en tonos de blanco o gris claro, el borde blanco en el píxel puede ser menos perceptible. Como resultado, las versiones 2 a 4 no aplican el pulso iTop para diversos casos cuando algunos vecinos no terminan en negro. Estos ejemplos ilustran un espectro de algoritmos para los que la complejidad aumentada conduce a una reducción de la aplicación de la transición de iTop. Evidentemente, son posibles muchos otros algoritmos en los que se aplica iTop en situaciones específicas. Estos representan compromisos en la complejidad algorítmica, la eficacia, el desequilibrio de CC, el oscurecimiento de píxeles y el aspecto de transición. Los algoritmos pueden usar indicadores o contadores para cada píxel que registran acontecimientos que inducen borde, tales como una transición de blanco a negro adyacente, que entonces pueden usarse para desencadenar el pulso iTop cuando resulta más necesario y eficaz hacerlo.

El uso de un pulso de relleno invertido con desequilibrio de CC puede aumentar el riesgo de polarizar el módulo, y puede conducir a una fatiga de módulo acelerada (fatiga global y localizada) y electroquímica no deseada en el sistema de tinta. Para mitigar adicionalmente estos riesgos, puede ejecutarse un algoritmo de descarga remanente tras el accionamiento después de un pulso iTop, tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense n.º 15/014.236 en tramitación junto con la presente anteriormente mencionada. En un elemento de visualización de matriz activa, la tensión remanente puede descargarse activando simultáneamente todos los transistores asociados con los electrodos de píxel y conectando las líneas de fuente del elemento de visualización de matriz activa y su electrodo delantero a la misma tensión, normalmente a la tierra. Teniendo los electrodos a ambos lados de la capa electroóptica conectados a tierra, ahora es posible descargar cargas que se acumulan en la capa electroóptica como resultado de, debido a, accionamiento con desequilibrio de CC.

Una tensión remanente de un píxel de un elemento de visualización electroóptico puede descargarse activando el

transistor del píxel y ajustando las tensiones de los electrodos delantero y trasero del píxel aproximadamente a un mismo valor. El píxel puede descargar la tensión remanente durante un periodo de tiempo especificado y/o hasta que la cantidad de tensión remanente restante en el píxel es menor que una cantidad umbral. Las tensiones remanentes de dos o más píxeles en dos o más filas de una matriz activa de píxeles de un elemento de visualización electroóptico pueden descargarse simultáneamente, en contraposición a descargar simultáneamente tan sólo las tensiones remanentes de dos o más píxeles en la misma fila. Es decir, dos o más píxeles en diferentes filas de la matriz activa pueden estar simultáneamente en un mismo estado, caracterizado por (1) estar el transistor de cada uno de los dos o más píxeles activo, y (2) ser las tensiones aplicadas a los electrodos delantero y trasero de cada uno de los dos o más píxeles aproximadamente iguales. Cuando los dos o más píxeles están en este mismo estado al mismo tiempo, los píxeles pueden descargar simultáneamente sus tensiones remanentes. El periodo durante el cual un píxel está en este estado puede denominarse "periodo de descarga de tensión remanente". Las tensiones remanentes de todos los píxeles en dos o más filas (por ejemplo, todos los píxeles en todas las filas) de una matriz activa de píxeles pueden descargarse simultáneamente, en contraposición a descargar simultáneamente tan sólo las tensiones remanentes de dos o más píxeles en la misma fila.

Descargar las tensiones remanentes de todos los píxeles en un módulo de elemento de visualización de matriz activa al mismo tiempo puede lograrse "desactivando" el modo de exploración de la matriz activa y "activando" el modo sin exploración. Los elementos de visualización de matriz activa tienen normalmente un conjunto de circuitos para controlar tensiones de líneas de compuerta y un conjunto de circuitos para controlar líneas de fuente que exploran a través de las líneas de compuerta y líneas de fuente para visualizar una imagen. Estos dos circuitos están habitualmente contenidos dentro de circuitos integrados de "elemento de accionamiento de compuerta de selector" y "elemento de accionamiento de fuente", respectivamente. Los elementos de accionamiento de selección y de fuente pueden ser chips independientes montados en un módulo de elemento de visualización, pueden estar integrados en chips individuales que contienen un conjunto de circuitos para accionar líneas tanto de compuerta como de fuente, e incluso pueden estar integrados con el controlador de elemento de visualización.

Una realización preferida para disipar la tensión remanente pone todos los transistores de píxel en conducción durante un tiempo prolongado. Por ejemplo, se ponen todos los transistores de píxel en conducción llevando la tensión de línea de compuerta con respecto a las tensiones de línea de fuente a valores que ponen los transistores de píxel en un estado en el que son relativamente conductores en comparación con el estado no conductor usado para aislar píxeles a partir de líneas de fuente como parte del accionamiento de matriz activa normal. Para transistores de píxel de película delgada de tipo n , esto puede lograrse llevando las líneas de compuerta a valores sustancialmente superiores a los valores de tensión de línea de fuente. Para transistores de píxel de película delgada de tipo p , esto puede lograrse llevando las líneas de compuerta a valores sustancialmente inferiores a valores de tensión de línea de fuente. Alternativamente, todos los transistores de píxel pueden ponerse en conducción llevando las tensiones de línea de compuerta a cero y las tensiones de línea de fuente a una tensión negativa (o, para transistores de tipo p , positiva).

Un conjunto de circuitos especialmente diseñado puede proporcionar direccionar todos los píxeles al mismo tiempo. En un funcionamiento de matriz activa convencional, normalmente un conjunto de circuitos de control de línea de selección no lleva todas las líneas de compuerta a valores que logran el estado de conducción anteriormente mencionado para todos los transistores de píxel. Una manera conveniente de lograr esta condición se proporciona mediante chips de elemento de accionamiento de línea de selección que tienen una línea de control de entrada que permite que una señal externa imponga una condición en la que todas las salidas de línea de selección reciben una tensión suministrada al elemento de accionamiento de selección elegido para poner los transistores de píxel en conducción. Aplicando el valor de tensión apropiado a esta línea de control de entrada especial, pueden ponerse todos los transistores en conducción. A modo de ejemplo, para elementos de visualización que tienen transistores de píxel de tipo n , algunos elementos de accionamiento de selección tienen una entrada de línea de control "Xon". Eligiendo un valor de tensión para introducir en la entrada de pin de Xon para los elementos de accionamiento de selección, se enruta la tensión de "compuerta alta" a todas las líneas de selección.

La figura 6A muestra los resultados de aplicar el algoritmo GL oscuro después de seis actualizaciones de texto de modo oscuro consecutivas ("secuencia de 6 actualizaciones de texto" que actualiza en la siguiente secuencia: Blanco-Negro-Negro-Negro-Texto 1-Texto 2-Texto 3-Texto 4-Texto 5-Texto 6). La acumulación de artefactos de borde 702 en el fondo resulta evidente.

La figura 6B muestra los resultados de aplicar la versión 3 del algoritmo de región de borde junto con el pulso iTop y la descarga de tensión remanente (uPDD con un tiempo de retardo de 500 ms) después de la misma "secuencia de 6 actualizaciones de texto". La acumulación de artefactos de borde 704 en el fondo se minimiza.

La figura 7A es una representación gráfica que mide valores de tensión remanente frente al número de secuencias de modo oscuro para el algoritmo GL oscuro 804, el algoritmo de región de borde más pulso iTop únicamente 806 y el algoritmo de región de borde más pulso iTop y descarga de tensión remanente 802, en una situación de peor caso en la que las secuencias de modo oscuro estaban compuestas por nueve actualizaciones de patrón de difuminado. En este experimento, descargar la tensión remanente mitigó el riesgo de polarización de módulo excesiva que puede introducirse mediante el pulso iTop y, a su vez, mitigó los desplazamientos de respuesta óptica excesivos. La figura

7B representa gráficamente los resultados de las secuencias de desplazamiento de colocación de tonos de grises correspondientes para el algoritmo GL oscuro 810, el algoritmo de región de borde más pulso iTop 808 y el algoritmo de región de borde más pulso iTop y descarga de tensión remanente 812 en la misma situación de peor caso. La figura 7C representa gráficamente la mediana de la cantidad de imágenes fantasma en valores de L^* frente al número de secuencias de modo oscuro para el algoritmo GL oscuro 814, el algoritmo de región de borde más pulso iTop 818 y algoritmo de región de borde más pulso iTop y descarga de tensión remanente 816 en la misma situación de peor caso. Basándose en estos datos, el mejor rendimiento global resultó de usar el algoritmo de región de borde más pulso iTop y una descarga de tensión remanente.

En una implementación práctica, puede no ser posible disponer de varios segundos para que se ejecute la descarga de tensión remanente después de cada actualización; la descarga de tensión remanente puede interrumpirse si se inicia una nueva actualización en el módulo antes de completarse la descarga de tensión remanente y, por tanto, no pueden obtenerse los beneficios completos de la descarga. Si esto sucede con poca frecuencia, tal como puede esperarse en un lector de documentos electrónico (cuando el usuario normalmente se detiene al menos diez segundos para leer la nueva presentada después de cada actualización), tendrá poco efecto sobre el rendimiento de visualización ya que descargas de tensión remanente posteriores eliminarán cualquier tensión remanente restante después de la descarga interrumpida. Si la descarga de tensión remanente se interrumpe de manera regular durante numerosas actualizaciones consecutivas, por ejemplo, al pasar rápidamente las páginas, eventualmente puede acumularse suficiente tensión remanente en el elemento de visualización como para provocar un daño permanente. Para evitar tal acumulación de carga perjudicial, puede incorporarse un temporizador en el controlador para reconocer si el procedimiento de descarga de tensión remanente se ha interrumpido mediante una transición que sobreviene. Si el número de descargas de tensión remanente interrumpidas dentro de un periodo predeterminado supera un umbral empíricamente determinado, el uso de la forma de onda de iTop hasta que se ha producido la descarga. Esto puede dar como resultado un aumento temporal de artefactos de borde, pero pueden eliminarse mediante una actualización GC una vez terminado de pasar rápidamente las páginas.

El pulso iTop usado en la visualización en modo oscuro puede aplicarse de manera inversa (polaridad opuesta) para reducir las imágenes fantasma, artefactos de borde y parpadeo cuando se visualiza en modo claro como "pulso de relleno". Tal como se describe en la publicación de patente estadounidense n.º 2013/0194250 anteriormente mencionada, un "pulso de relleno" aplicado a un píxel blanco o casi blanco acciona el píxel al estado blanco óptico extremo (y, es la polaridad opuesta del pulso iTop, que acciona el píxel al estado negro óptico extremo). Normalmente, el pulso de relleno no se usa debido a su forma de onda con desequilibrio de CC. Sin embargo, cuando se usa junto con la descarga de tensión remanente, pueden reducirse o eliminarse los efectos de la forma de onda con desequilibrio de CC y puede potenciarse el rendimiento del elemento de visualización. Por tanto, el pulso de relleno está menos limitado en cuanto al tamaño y la aplicación. Tal como se muestra en las figuras 8A y 8B, el tamaño de relleno puede ser de hasta 10 tramas y puede ser incluso mayor. Además, tal como se describe, el pulso de relleno puede aplicarse en lugar del par de pulsos equilibrados ("BPP"), que es un par de pulsos de accionamiento de polaridades opuestas de tal manera que el impulso neto del par de pulsos equilibrados es sustancialmente cero.

Las figuras 8A y 8B son representaciones gráficas que muestran puntuaciones de borde y eficacia de reducción de borde correspondiente, respectivamente, para visualización en modo claro a 25°C cuando no se aplica ninguna corrección de borde, cuando se aplica una transición de BPP y cuando se aplican pulsos de relleno que tienen diferentes tamaños de relleno con un único relleno. La puntuación de borde se mide en valores de L^* y una puntuación de borde de 0 L^* es ideal. La eficacia de reducción de borde se mide en porcentaje (%) y una eficacia de reducción de borde del 100% es ideal. Tal como se muestra, los pulsos de relleno con desequilibrio de CC para eliminación de borde pueden mejorar el rendimiento en modo claro en comparación con ausencia de corrección de borde e incluso la transición de BPP a 25°C. A medida que se aumenta el número de tramas de relleno (tamaño de relleno) desde 2 hasta 10, los valores de puntuación de borde y eficiencia de reducción de borde cambian, lo cual indica que la forma de onda puede ser ajustable con el fin de lograr el mejor rendimiento, especialmente a lo largo de diferentes temperaturas, ya que la eficacia de eliminación de borde cambiará a medida que cambia la conductividad del material con la temperatura.

Los documentos US 2013/0194250 y US 2014/0292830 en tramitación junto con la presente anteriormente mencionados describen varias técnicas para mejorar la calidad de imagen en elementos de visualización de negro sobre blanco, y puede resultar beneficioso poder usar estas técnicas en elementos de visualización de blanco sobre negro (es decir, en modo oscuro), por ejemplo, para permitir modernizar elementos de visualización que ya soportan estas técnicas. Una manera de permitir esto es crear una modificación de "modo oscuro" especial de los esquemas de accionamiento usados para implementar las técnicas anteriormente mencionadas. La modificación de esquema de accionamiento de modo oscuro se construirá invirtiendo la escala de grises usada, de tal manera que la transición desde un nivel de gris inicial hasta uno final irá a partir de la escala de grises invertida de N a 1, en vez de la escala de grises regular de 1 a N (donde N es el número de niveles de gris que están usándose en el esquema de accionamiento). Dicho de otro modo, en el esquema de accionamiento modificado, la forma de onda [A-B] (es decir, la transición desde el nivel de gris A hasta el nivel de gris B) será la forma de onda de $[(N+1-A)-(N+1-B)]$ a partir del esquema de accionamiento sin modificar. Por ejemplo, la forma de onda de 16-16 modificada usará la forma de onda de 1-1 real a partir del esquema de accionamiento sin modificar, mientras que la forma de onda de 16-3

modificada usará la forma de onda de 1-14 real a partir del esquema de accionamiento sin modificar. El esquema de accionamiento de modo oscuro modificado requerirá dos esquemas de accionamiento adicionales con el fin de realizar la transición a partir de "modo claro" a y fuera de "modo oscuro". Estos esquemas de accionamiento de "IN" y "OUT" adicionales realizarán los cambios requeridos en el elemento de visualización para restablecer la imagen en el nuevo modo oscuro o claro. Por ejemplo, la forma de onda de 16-16 en el esquema de accionamiento de IN será la transición de 16-1 real del esquema de accionamiento de modo oscuro con el fin de cambiar el fondo de blanco a negro aunque se considere que el fondo está en el estado 16 tanto en el esquema de accionamiento de modo claro anterior como en el esquema de accionamiento de modo oscuro posterior. De manera similar, la forma de onda de 3-3 del esquema de accionamiento de IN contendrá la forma de onda de 3 a 14 real del esquema de accionamiento de modo oscuro. La forma de onda de OUT simplemente invertirá estos cambios. Usando el esquema de accionamiento modificado, el software de reproducción de imágenes (ya sea interno o externo al controlador de elemento de visualización) no necesitará cambiar la reproducción de imágenes dependiendo de si el elemento de visualización estaba en modo claro u oscuro, sino que simplemente invocará el esquema de accionamiento de modo oscuro para visualizar las imágenes en el modo oscuro o claro según se requiera.

Esta invención proporciona métodos de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles para visualizar texto blanco sobre un fondo negro ("modo oscuro") al tiempo que se reducen las imágenes fantasma, artefactos de borde y parpadeo. Además, el texto blanco puede incluir píxeles que tienen niveles de gris intermedios, si el texto se suaviza. Esta invención se refiere a eliminar el borde blanco que puede aparecer entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición y un píxel adyacente no está realizando una transición. Por ejemplo, puede aparecer un artefacto de borde blanco entre píxeles adyacentes cuando un píxel está realizando una transición de negro a un tono distinto de negro y el otro píxel está realizando una transición de negro a negro. Para un modo GL oscuro, esta transición de negro a negro es nula (es decir, no se aplica ninguna tensión al píxel durante esta transición). Los artefactos de borde pueden acumularse con cada actualización de imagen y, particularmente, cuando se implementa un modo oscuro no parpadeante (es decir, en el que el fondo no parpadea al pasar la página como en el modo GL oscuro). En tales situaciones, la eliminación de artefacto de borde se logra identificando tales pares de transiciones de píxeles adyacentes y haciendo que el píxel de negro a negro nulo reciba una transición especial denominada transición de pulso completo invertido ("pulso iFull") tal como queda cubierto por las reivindicaciones adjuntas.

Otra situación común en la que se acumulan artefactos de borde es cuando se difuminan imágenes para crear niveles de gris intermedios a partir de un estado negro, tal como cuando un píxel que tiene una transición nula (es decir, de negro a negro) está adyacente a un píxel con una transición de negro a distinto de negro. Normalmente, un elemento de visualización puede tener hasta 16 niveles de gris. Mediante difuminado, pueden alcanzarse niveles de gris intermedios adicionales. Por ejemplo, difuminando el tono de gris N y el tono de gris N+1, puede alcanzarse un nivel de gris entre los tonos de gris N y N+1. Una situación de difuminado común que acumula artefactos de borde es el difuminado en un patrón de tablero de ajedrez usando el tono de gris 1 ("G1") y el tono de gris 2 ("G2") en el que la imagen anterior es G1 (es decir, negro, en este ejemplo). La transición de G1 a G2 creará artefactos de borde significativos en los que la transición de píxel de G1 a G1 es una transición nula adyacente a una transición de píxel de G1 a G2.

La figura 9 es una imagen a escala aumentada de un elemento de visualización electroforético que muestra un patrón de tablero de ajedrez difuminado de este tipo de G1 y G2 en el que la imagen anterior era G1 con los artefactos de borde resultantes mostrados en tono de gris más claro/blanco. Cada cuadrado de tablero de ajedrez tiene 4x4 píxeles en el que cada cuadrado de G1 recibe una transición nula (de G1 a G1) mientras que cada cuadrado de G2 recibe una transición de G1 a G2. A medida que se acumulan estos artefactos de borde, disminuye el rendimiento del elemento de visualización y aumenta la claridad global (es decir, el valor de L^*) del elemento de visualización. Una manera de eliminar estos artefactos de borde es aplicar una transición de pulso iFull en una región de borde seleccionada elegida mediante un algoritmo de forma de onda.

Como con la transición de SGU de "modo claro" (es decir, texto negro sobre un fondo blanco) descrita en el documento US2013/0194250 anteriormente mencionado, la transición de pulso iFull para el modo oscuro puede adoptar la forma de la transición de negro a negro convencional (es decir, un accionamiento inicial de negro a blanco, después un accionamiento de vuelta a negro), que simplemente es una inversa de una transición de blanco a blanco en modo claro. Sin embargo, en el modo oscuro, cuando un píxel de transición de negro a negro nula (sin cambiar) está adyacente a un píxel de transición de negro a negro convencional, pueden producirse artefactos de borde como resultado y provocar error de claridad. En el caso descrito en el párrafo anterior, la aplicación del pulso iFull como transición de negro a negro convencional en una región de borde seleccionada puede dar como resultado nuevos bordes. Estos nuevos bordes aparecerán cuando el píxel que experimenta la transición de pulso iFull esté adyacente a un píxel que experimenta la transición de negro a negro nula. En esta divulgación, la transición de pulso iFull no será una transición de negro a negro convencional. La transición de pulso iFull propuesta se describe a continuación en detalle.

La figura 10 es un esquema gráfico de un pulso iFull en el que la tensión está en el eje de las y y el número de trama está en el eje de las x. Cada número de trama designa el intervalo de tiempo de 1 con respecto a la tasa de transmisión de tramas del módulo de matriz activa. El pulso iFull puede definirse mediante cuatro parámetros

ajustables: 1) el tamaño (impulso) del pulso iFull que acciona a blanco (parámetro "pl1"); 2) el parámetro de "hueco", es decir, el periodo entre el final del "pl1" y el parámetro "pl2"; 3) el tamaño del pulso iFull que acciona a negro ("pl2") y el parámetro de "relleno", es decir, el periodo entre el final del pl2 y el final de la forma de onda ("relleno"). El pl1 representa el accionamiento inicial a estado blanco. El pl2 representa el accionamiento a estado negro. El pulso iFull mejora el error de claridad eliminando los artefactos de borde que pueden crearse mediante píxeles adyacentes que no accionan de negro a negro. Sin embargo, el pulso iFull puede introducir un desequilibrio de CC significativo. Los parámetros del pulso iFull pueden ajustarse para optimizar el rendimiento del elemento de visualización reduciendo la acumulación de artefactos de borde con un desequilibrio de CC mínimo. Aunque todos los parámetros pueden ajustarse y pueden determinarse mediante el tipo de elemento de visualización y su uso, los intervalos preferidos en número de tramas son: tamaño de impulso de entre 1 y 25, hueco de entre 0 y 25, tamaño de entre 1 y 35, y relleno de entre 0 y 50. Tal como se mencionó anteriormente, los intervalos pueden ser más grandes si así lo requiere el rendimiento del elemento de visualización.

En una realización preferida, pueden aplicarse cuatro algoritmos de forma de onda de región de borde para determinar si aplicar o no el pulso iFull. Los algoritmos de forma de onda de región de borde usan los siguientes datos para determinar si es probable que un píxel en una ubicación (i,j) cree un artefacto de borde o no: 1) la ubicación de un píxel (i,j); 2) el tono de gris actual del píxel (i,j); 3) el siguiente tono de gris del píxel (i,j); 4) los tonos de gris actual y/o siguiente de los vecinos cardinales del píxel (i,j), donde "cardinal" designa los vecinos al norte, sur, este y oeste del píxel (i,j); y 5) los siguientes tonos de gris de los vecinos diagonales de píxel (i,j).

En la primera versión del algoritmo de región de borde ("versión 1"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en orden de prioridad: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional, es decir, aplicar la forma de onda para la transición relevante para cualquier esquema de accionamiento que esté usándose; b) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro, aplicar la forma de onda de iTop (tal como se describe en la solicitud provisional estadounidense 62/112.060 anteriormente citada, presentada el 4 de febrero de 2015); c) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de negro a negro, aplicar la forma de onda de negro a negro de pulso iFull; o d) de lo contrario, aplicar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

En la segunda versión del algoritmo de región de borde ("versión 2"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en orden de prioridad: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro y un siguiente tono de gris de negro, aplicar la forma de onda de iTop; c) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de negro a negro, aplicar la forma de onda de negro a negro de pulso iFull; o d) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

En la tercera versión del algoritmo de región de borde ("versión 3"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en orden de prioridad: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro, aplicar la forma de onda de iTop; c) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de negro a negro, aplicar la forma de onda de negro a negro de pulso iFull; o d) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

En la cuarta versión del algoritmo de región de borde ("versión 4"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en orden de prioridad: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de negro a negro, aplicar la forma de onda convencional; b) si la transición de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales y diagonales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es negro, aplicar la forma de onda de iTop; c) si la transición de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de negro a negro, aplicar la forma de onda de negro a negro de pulso iFull; o d) de lo contrario, usar la forma de onda nula de negro a negro (GL).

El valor de SIT oscila desde 0 hasta 5, lo cual representa de cero al número máximo de vecinos cardinales más uno. El valor de SIT equilibra el impacto del pulso iFull que reduce los artefactos de borde pero aumenta la exposición a la polarización de módulo (es decir, acumulación de carga residual debida a forma de onda con desequilibrio de CC), lo cual puede degradar el rendimiento del elemento de visualización. Cuando el valor de SIT es de cero, el número máximo de transiciones de píxel de negro a negro se realizarán aplicando el pulso iFull. Esto reduce al máximo la cantidad de artefactos de borde pero aumenta el riesgo de polarización de módulo excesiva debido al desequilibrio de CC de la forma de onda de pulso iFull. Cuando el valor de SIT es de 1, 2 ó 3, un número intermedio de píxeles que realizan una transición de negro a negro se convertirán usando el pulso iFull. Estos valores permiten que el elemento de visualización reduzca los artefactos de borde, aunque menos que un valor de SIT de cero, y reducen el riesgo de polarización de módulo excesiva. Cuando el valor de SIT es de 4, se minimizará el número de transiciones de negro a negro que usan la forma de onda de pulso iFull. Se disminuye la capacidad de reducir artefactos de borde pero el riesgo de polarización de módulo excesiva es el más bajo. Cuando el valor de SIT es de 5, se

deshabilita la forma de onda de pulso iFull y no se aplica para reducir los artefactos de borde. El valor de SIT puede estar previamente establecido o puede determinarse por el controlador.

El uso de un pulso iFull con desequilibrio de CC aumenta el riesgo de polarizar el módulo, y conduce a fatiga de módulo acelerada (fatiga global y localizada) y electroquímica no deseada en el sistema de tinta. Para mitigar adicionalmente estos riesgos, se ejecuta un algoritmo de descarga remanente tras el accionamiento después de un pulso iFull, tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense n.º 15/014.236 en tramitación junto con la presente anteriormente mencionada y descrita anteriormente.

En un elemento de visualización de matriz activa, se descarga tensión remanente activando simultáneamente todos los transistores asociados con los electrodos de píxel y conectando las líneas de fuente del elemento de visualización de matriz activa y su electrodo delantero a la misma tensión, normalmente a la tierra. Teniendo los electrodos a ambos lados de la capa electroóptica conectados a tierra, ahora es posible descargar cargas que se acumulan en la capa electroóptica como resultado de accionamiento con desequilibrio de CC.

La figura 11 muestra, a nivel macroscópico, que la acumulación de artefactos de borde puede dar como resultado un aumento significativo de la claridad para el patrón de difuminación deseado. Por ejemplo, un patrón de difuminación de tablero de ajedrez de 1x1 píxeles de G1 y G2 accionado desde una imagen de G1 inicial puede tener un aumento de hasta 10 L* de la claridad en comparación con la claridad deseada. Esto dará como resultado imágenes fantasma significativas, en particular cuando el patrón de difuminación de tablero de ajedrez de G1 y G2 tiene zonas en las que la imagen anterior es negra ubicadas en zonas en las que la imagen anterior es blanca. Esto se debe a que la claridad del patrón de difuminación de G1 y G2 en el que la imagen anterior es blanca está normalmente mucho más cerca de la claridad deseada. Aplicando el pulso iFull, se reduce la acumulación de artefactos de borde al igual que el error de claridad.

La figura 11 es una representación gráfica que mide el error de claridad en valores de L* frente al tamaño de trama del tamaño de pl2 aplicado para un patrón de difuminación de G1 y G2 que tiene un tablero de ajedrez de 1x1 píxeles en el que la imagen anterior era G1. En este experimento, sólo se cambió el parámetro de tamaño de pl2, el pl1 y el hueco se establecieron a 0 tramas y el relleno se estableció a 1 trama. Se determinó el error de claridad comparando un valor de L* medido con el valor de L* esperado, que, en este caso, es [(claridad de G1 + claridad de G2)/2]. En este experimento, un tamaño de pl2 más grande mitigó el error de claridad. Cuando el tamaño de pl2 era de 0 tramas (es decir, no se aplicó el pulso iFull), el error de claridad era de aproximadamente 11 L*. Cuando el tamaño de pl2 era de 9 tramas, no hubo casi ningún error de claridad. Cuando el tamaño de pl2 era de 10 tramas, el error de claridad era un valor negativo, lo cual indica que el elemento de visualización era más oscuro, en vez de más claro, de lo que debería haber sido.

En otro experimento en el que se aplicó el pulso iFull y se aumentaron los otros parámetros, se redujo la cantidad de error de claridad. Para un pulso iFull que tenía un pl1 de 0 tramas, un hueco de 0 tramas, un tamaño de pl2 de 5 tramas y un relleno de 18 tramas, el error de claridad era de 1,5 L* en comparación con aproximadamente 2 L* cuando los tres primeros parámetros eran iguales y el relleno era de 1 trama (por ejemplo, véase la figura 10). De manera similar, en otro experimento en el que se aumentaron los parámetros de pl1 y relleno, se redujo la cantidad de error de claridad. Para un pulso iFull que tenía un tamaño de pl1 de 2 tramas, un hueco de 0 tramas, un tamaño de pl2 de 7 tramas y un relleno de 18 tramas, el error de claridad era de 1,1 L*.

Tal como se describe en el documento US2013/0194250 anteriormente mencionado, la transición de actualización general selectiva (SGU) está destinada a su uso en un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles y que visualiza en modo claro. El método de SGU usa un primer esquema de accionamiento, en el que se accionan todos los píxeles en cada transición, y un segundo esquema de accionamiento, en el que no se accionan los píxeles que experimentan algunas transiciones. En el método de SGU, el primer esquema de accionamiento se aplica a una proporción minoritaria distinta de cero de los píxeles durante una primera actualización del elemento de visualización, mientras que el segundo esquema de accionamiento se aplica a los píxeles restantes durante la primera actualización. Durante una segunda actualización después de la primera actualización, se aplica el primer esquema de accionamiento a una proporción minoritaria distinta de cero diferente de los píxeles, mientras que el segundo esquema de accionamiento se aplica a los píxeles restantes durante la segunda actualización. En una forma preferida del método de SGU, el primer esquema de accionamiento es un esquema de accionamiento GC y el segundo esquema de accionamiento es un esquema de accionamiento GL.

Tal como se describe en el documento US2013/0194250 anteriormente mencionado, el esquema de accionamiento de transición de blanco/blanco de par de pulsos equilibrados (BPPWWTDS) está destinado a reducir o eliminar artefactos de borde cuando se visualiza en modo claro. El BPPWWTDS requiere la aplicación de uno o más pares de pulsos equilibrados (siendo un par de pulsos equilibrados o "BPP" un par de pulsos de accionamiento de polaridades opuestas de tal manera que el impulso neto del par de pulsos equilibrados es sustancialmente cero) durante transiciones de blanco a blanco en píxeles que pueden identificarse como que es probable que den lugar a artefactos de borde, y están en una configuración espaciotemporal de tal manera que el/los par(es) de pulsos equilibrados será(n) eficaz(es) para eliminar o reducir el artefacto de borde. El BPPWWTDS intenta reducir la visibilidad de errores acumulados de una manera que no tienen un aspecto molesto durante la transición y de una

manera que tiene desequilibrio de CC limitado. Esto se realiza aplicando uno o más pares de pulsos equilibrados a un subconjunto de píxeles del elemento de visualización, siendo la proporción de píxeles en el subconjunto lo suficientemente pequeña como para que la aplicación de los pares de pulsos equilibrados no sea visualmente molesta. La distracción visual provocada por la aplicación de los BPP puede reducirse seleccionando los píxeles a los que se les aplican los BPP adyacentes a otros píxeles que experimentan transiciones fácilmente visibles. Por ejemplo, en una forma del BPPWWTDS, los BPP se aplican a cualquier píxel que experimenta una transición de blanco a blanco y que tiene al menos uno de sus ocho vecinos que experimentan una transición de distinto de blanco a blanco. Es probable que la transición de distinto de blanco a blanco induzca un borde visible entre el píxel al que se aplica y el píxel adyacente que experimenta la transición de blanco a blanco, y este borde visible puede reducirse o eliminarse mediante la aplicación de los BPP. Este esquema para seleccionar los píxeles a los que deben aplicarse los BPP tiene la ventaja de ser sencillo, pero pueden usarse otros esquemas de selección de píxeles, especialmente más conservativos. Un esquema conservativo (es decir, uno que garantiza que sólo a una pequeña proporción de píxeles se les aplican BPP durante cualquier transición) es deseable porque un esquema de este tipo tiene el menor impacto sobre el aspecto global de la transición.

Tal como ya se indicó, los BPP usados en el BPPWWTDS pueden comprender uno o más pares de pulsos equilibrados. Cada mitad de un par de pulsos equilibrados puede consistir en un único o múltiples pulsos de accionamiento, con la única condición de que cada uno del par tenga la misma cantidad. Las tensiones de los BPP pueden variar con la única condición de que las dos mitades de un BPP deben tener la misma amplitud pero signo opuesto. Pueden producirse periodos de tensión cero entre las dos mitades de un BPP o entre BPP sucesivos. Por ejemplo, en un experimento, cuyos resultados se describen a continuación, los BPP equilibrados comprenden una serie de seis pulsos, +15V, -15V, +15V, -15V, +15V, -15V, durando cada pulso 11,8 milisegundos. Se ha encontrado empíricamente que, cuanto más largo es el tren de BPP, mayor es la eliminación de borde que se obtiene. Cuando los BPP se aplican a píxeles adyacentes a píxeles que experimentan transiciones de no blanco a blanco, también se ha encontrado que desplazar los BPP en el tiempo con respecto a la forma de onda de no blanco a blanco también afecta al grado de reducción de borde obtenido. En la actualidad no hay ninguna explicación teórica completa para estos hallazgos.

Otro aspecto de la presente invención es reducir artefactos de borde, imágenes fantasma y/o parpadeo cuando se visualiza en una combinación de modo claro y modo oscuro. La figura 12 muestra un elemento de visualización electroóptico que visualiza una imagen en una combinación de modo oscuro y modo claro. La forma de onda de obtención de imágenes para visualización en modo claro y modo oscuro combina algoritmos de forma de onda especiales para eliminar artefactos de borde y reducir el parpadeo así como las formas de onda normales usadas para visualizar en modo claro y modo oscuro. Estas formas de onda especiales incluyen una transición de blanco a blanco vacía para evitar el parpadeo de fondo cuando es blanco, e incluye la transición F y la transición T requeridas para la eliminación de borde oscuro cuando se visualiza en modo claro. Las formas de onda especiales también incluyen una transición de negro a negro vacía para evitar el parpadeo del fondo cuando es negro e incluye las transiciones de pulso iTop y pulso iFull requeridas para la eliminación de borde claro cuando se visualiza en modo oscuro. Con las transiciones vacías tanto de blanco a blanco como de negro a negro, los fondos tanto blanco como negro tienen un parpadeo reducido.

En una realización preferida, pueden aplicarse algoritmos de forma de onda de obtención de imágenes a un píxel para determinar si aplicar o no una forma de onda especial o una forma de onda normal (o convencional). Los algoritmos de forma de onda de obtención de imágenes usan los siguientes datos para determinar si es probable que un píxel en una ubicación (i,j) cree un artefacto de borde o no cuando se visualiza una combinación de modo claro y modo oscuro: 1) la ubicación de un píxel (i,j); 2) el tono de gris actual del píxel (i,j); 3) el siguiente tono de gris del píxel (i,j); 4) los tonos de gris actual y/o siguiente de los vecinos cardinales del píxel (i,j), donde "cardinal" designa los vecinos al norte, sur, este y oeste del píxel (i,j); y 5) los siguientes tonos de gris de los vecinos diagonales del píxel (i,j).

El valor de SFT oscila desde 0 hasta 5 que representa de cero al número máximo de vecinos cardinales más uno. El valor de SFT equilibra el impacto de la transición de SGU que reduce los artefactos de borde pero aumenta la exposición a parpadeo, lo cual puede degradar el rendimiento de visualización. Cuando el valor de SFT es cero, el número máximo de transiciones de píxel de blanco a blanco se realizarán aplicando la transición de SGU. Esto reduce al máximo la cantidad de artefactos de borde pero aumenta el riesgo de parpadeo excesivo debido a la aplicación de la transición de SGU. Cuando el valor de SFT es de 1, 2 ó 3, un número intermedio de píxeles que realizan una transición de blanco a blanco se convertirán usando la transición de SGU. Estos valores permiten que el elemento de visualización reduzca los artefactos de borde, aunque menos que un valor de SFT de cero, y todavía minimiza el parpadeo. Cuando el valor de SFT es de 4, se minimizará el número de transiciones de blanco a blanco usando la forma de onda de SGU. Se reduce la capacidad para reducir los artefactos de borde pero el riesgo de parpadeo excesivo es el más bajo. Cuando el valor de SFT es de 5, se deshabilita la forma de onda de SGU y no se aplica para reducir artefactos de borde. El valor de SFT puede estar previamente establecido o puede determinarse por el controlador.

Los valores de SIT tienen la misma definición que se describió anteriormente con referencia al pulso iFull.

En la primera versión del algoritmo de obtención de imágenes ("versión A"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en cualquier orden a menos que se mencione: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de blanco a blanco y no es de negro a negro, aplicar la forma de onda normal, es decir, aplicar la forma de onda para la transición relevante para cualquier esquema de accionamiento que esté usándose; b) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y al menos SFT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de blanco a blanco, aplicar la transición de SGU (o transición F); c) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de blanco y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual que no es blanco, aplicar la transición de BPP (o transición T); d) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y no se aplican las reglas a-c, aplicar la transición GL de modo claro (es decir, transición nula de blanco a blanco); e) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro, y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de negro a negro, aplicar la transición de pulso iFull; f) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro, y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro, aplicar la transición de pulso iTop; o g) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y no se aplican las reglas e-f, aplicar la transición GL de modo oscuro (es decir, transición nula de negro a negro).

En la segunda versión del algoritmo de obtención de imágenes ("versión B"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en cualquier orden a menos que se mencione: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de blanco a blanco y no es de negro a negro, aplicar la transición normal; b) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco, y al menos SFT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de blanco a blanco, aplicar la transición de SGU; c) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco, y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de blanco y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de blanco, aplicar la transición de BPP; d) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y no se aplican las reglas a-c, aplicar la transición nula de blanco a blanco GL de modo claro; e) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de negro a negro, aplicar la transición de pulso iFull; f) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro y un siguiente tono de gris de negro, aplicar la transición de pulso iTop; o g) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y no se aplican las reglas e-f, aplicar la transición nula de negro a negro GL de modo oscuro.

En la tercera versión del algoritmo de obtención de imágenes ("versión C"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en cualquier orden a menos que se mencione: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de blanco a blanco y no es de negro a negro, aplicar la transición normal; b) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y al menos SFT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de blanco a blanco, aplicar la transición de SGU; c) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de blanco y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de blanco, aplicar la transición de BPP; d) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y no se aplican las reglas a-c, aplicar la transición nula de blanco a blanco GL de modo claro; e) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de negro a negro, aplicar la transición de pulso iFull; f) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro, aplicar la transición de pulso iTop; o g) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y no se aplican las reglas e-f, aplicar la transición nula de negro a negro GL de modo oscuro.

En la cuarta versión del algoritmo de obtención de imágenes ("versión D"), se asignan regiones de borde para todos los píxeles (i,j) según las siguientes reglas, en cualquier orden a menos que se mencione: a) si la transición de tono de gris de píxel no es de blanco a blanco y no es de negro a negro, aplicar la transición normal; b) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y al menos SFT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de blanco a blanco, aplicar la transición de SGU; c) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y los cuatro vecinos cardinales tienen un siguiente tono de gris de blanco y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de blanco, aplicar la transición de BPP; d) si la transición de tono de gris de píxel es de blanco a blanco y no se aplican las reglas a-c, aplicar la transición nula de blanco a blanco GL de modo claro; e) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y al menos SIT vecinos cardinales no están realizando una transición de tono de gris de negro a negro, aplicar la transición de pulso iFull; f) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y los cuatro vecinos cardinales y diagonales tienen un siguiente tono de gris de negro y al menos un vecino cardinal tiene un tono de gris actual distinto de negro, aplicar el transición de pulso iTop; o g) si la transición de tono de gris de píxel es de negro a negro y no se aplican las reglas e-f, aplicar la transición nula de negro a negro GL de modo oscuro.

En las cuatro versiones del algoritmo de obtención de imágenes, versiones A-D, la transición de BPP puede sustituirse por el pulso de relleno de modo claro y, según sea necesario, descarga de tensión remanente.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a la compensación de deriva, que compensa cambios en el estado óptico de un elemento de visualización electroóptico con el tiempo y se describe para la visualización en modo claro

en el documento WO 2015/017624 anteriormente mencionado. Este algoritmo de compensación de deriva puede aplicarse de manera inversa para la visualización en modo oscuro. Tal como ya se indicó, los elementos de visualización electroforéticos y electroópticos similares son biestables. Sin embargo, la biestabilidad de tales elementos de visualización no es ilimitada en la práctica, se produce un fenómeno conocido como deriva de imagen, mediante el cual los píxeles en o cerca de estados ópticos de extremo tienden a volver lentamente a niveles de gris intermedios; por ejemplo, los píxeles negros se vuelven gradualmente gris oscuro y los píxeles blancos se vuelven gradualmente gris claro. La deriva de estado oscuro es interesante cuando se visualiza en modo oscuro. Si se actualiza un elemento de visualización electroóptico usando un esquema de accionamiento limitado global (en el que los píxeles en el estado oscuro de fondo se accionan con transiciones nulas) durante largos periodos de tiempo sin una actualización de visualización completa, la deriva de estado oscuro pasa a ser una parte esencial del aspecto visual global del elemento de visualización. A lo largo del tiempo, el elemento de visualización mostrará zonas del elemento de visualización en las que se ha reescrito recientemente el estado oscuro y otras zonas tales como el fondo en las que no se ha reescrito recientemente el estado oscuro y, por tanto, han experimentado deriva durante algún tiempo. La deriva de estado oscuro típica tiene un intervalo de aproximadamente $0,5 L^* a > 2 L^*$, en la que la mayor parte de la deriva de estado oscuro se produce dentro del plazo de 10 segundos a 60 segundos. Esto da como resultado un artefacto óptico conocido como imágenes fantasma, mediante lo cual el elemento de visualización muestra trazas de imágenes anteriores. Tales efectos de imágenes fantasma son lo suficientemente molestos para la mayoría de los usuarios como para que su presencia sea una parte significativa en evitar el uso de esquemas de accionamiento limitados globales exclusivamente para periodos de tiempo prolongados.

La compensación de deriva proporciona un método de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico biestable que tiene una pluralidad de píxeles capaces, cada uno, de visualizar dos estados ópticos de extremo, comprendiendo el método: escribir una primera imagen en el elemento de visualización; escribir una segunda imagen en el elemento de visualización usando un esquema de accionamiento en el que una pluralidad de píxeles de fondo que están en el mismo estado óptico de extremo tanto en la primera como en la segunda imágenes no se accionan; dejar el elemento de visualización sin accionar durante un periodo de tiempo, permitiendo de ese modo que los píxeles de fondo adopten un estado óptico diferente de su estado óptico de extremo; después de dicho periodo de tiempo, aplicar a una primera porción distinta de cero de los píxeles de fondo un pulso de actualización que restaura sustancialmente los píxeles a los que se aplica a su estado óptico de extremo, no aplicándose dicho pulso de actualización a los píxeles de fondo distintos de dicha primera proporción distinta de cero de los mismos; y, después de eso, aplicar a una segunda proporción minoritaria distinta de cero de los píxeles de fondo diferente de la primera proporción distinta de cero un pulso de actualización que restaura sustancialmente los píxeles a los que se aplica a su estado óptico de extremo, no aplicándose dicho pulso de actualización a los píxeles de fondo distintos de dicha segunda proporción distinta de cero de los mismos.

En una forma preferida de este método de compensación de deriva para modo oscuro, el elemento de visualización está dotado de un temporizador que establece un intervalo de tiempo mínimo (por ejemplo, preferiblemente de aproximadamente 3 segundos, pero puede ser de aproximadamente 10 segundos o de hasta aproximadamente 60 segundos) entre aplicaciones sucesivas de los pulsos de actualización a diferentes proporciones distintas de cero de los píxeles de fondo. Tal como ya se indicó, el método de compensación de deriva se aplicará normalmente a píxeles de fondo en el estado óptico de extremo negro, o cuando se visualiza una combinación de modo claro y modo oscuro, en ambos estados ópticos de extremo. Evidentemente, el método de compensación de deriva puede aplicarse a elementos de visualización tanto monocromáticos como en escala de grises.

El método de compensación de deriva para modo oscuro puede considerarse como una combinación de una forma de onda especialmente diseñada con un algoritmo y un temporizador para compensar activamente la deriva de estado oscuro de fondo tal como se observa en algunos elementos de visualización electroópticos y especialmente electroforéticos. La forma de onda de pulso iTop especial se aplica a píxeles seleccionados en el estado oscuro de fondo cuando se produce un acontecimiento desencadenante que normalmente se basa en un temporizador con el fin de reducir ligeramente la reflectancia de estado oscuro de una manera controlada. El propósito de esta forma de onda es reducir ligeramente el estado oscuro de fondo de una manera que es esencialmente invisible para el usuario y, por tanto, no intrusiva. La tensión de accionamiento del pulso iTop puede modularse (por ejemplo, 10 V en lugar de los 15 V usados en otras transiciones) con el fin de controlar la cantidad de reducción de estado oscuro. Además, puede usarse una matriz de mapa de píxeles (PMM) diseñada para controlar el porcentaje de los píxeles que reciben el pulso iTop cuando se aplica compensación de deriva.

Se aplica compensación de deriva pidiendo una actualización especial de la imagen actualmente visualizada en el elemento de visualización. La actualización especial llama a un modo independiente que almacena una forma de onda que está vacía para todas las transiciones, excepto por la transición de pulso iTop especial. El método de compensación de deriva incorpora de manera muy deseable el uso de un temporizador. La forma de onda de pulso iTop especial usada da como resultado una reducción de la claridad de estado oscuro de fondo. Puede usarse un temporizador en el método de compensación de deriva de varias maneras. Un valor de tiempo límite o periodo de temporizador puede funcionar como parámetro de algoritmo; cada vez que el temporizador alcanza el valor de tiempo límite o un múltiplo del periodo de temporizador, desencadena un acontecimiento que pide la actualización especial anteriormente descrita y restablece el temporizador en el caso del valor de tiempo límite. El temporizador puede restablecerse cuando se pide una actualización de pantalla completa (una actualización completa global). El

valor de tiempo límite o periodo de temporizador puede variar con la temperatura con el fin de adaptarse a la variación de la deriva con la temperatura. Puede proporcionarse un indicador de algoritmo para prevenir que se aplique compensación de deriva a temperaturas a las que no es necesaria.

Otra manera de implementar la compensación de deriva es fijar el periodo de temporizador, por ejemplo, cada 3 segundos, y usar el algoritmo de PMM para proporcionar más flexibilidad sobre cuándo se aplica el pulso iTop. Otras variaciones pueden incluir usar la información de temporizador junto con el tiempo desde la última vez que el usuario pidió pasar de página. Por ejemplo, si el usuario no ha pedido pasar de página durante cierto tiempo, puede detenerse la aplicación de pulsos iTop después de un tiempo máximo predeterminado. Alternativamente, puede combinarse el pulso iTop con una actualización pedida por el usuario. Usando un temporizador para mantener un seguimiento del tiempo transcurrido desde la última vez que se pasó la página y el tiempo transcurrido desde la última aplicación de un pulso de relleno, puede determinarse si aplicar un pulso iTop en esta actualización o no. Esto eliminará la restricción de aplicar esta actualización especial en el fondo y puede ser preferible o más fácil de implementar en algunos casos.

Tal como se indicó anteriormente, la corrección de deriva de estado oscuro puede ajustarse mediante una combinación de la matriz de mapa de píxeles, el periodo de temporizador y la tensión de accionamiento, el tamaño de iTop y el relleno de iTop para el pulso iTop. Tal como ya se mencionó, se sabe que el uso de formas de onda con desequilibrio de CC, tales como el pulso iTop, tiene la posibilidad de provocar problemas en elementos de visualización biestables; tales problemas pueden incluir desplazamientos en estados ópticos a lo largo del tiempo que provocarán un aumento de imágenes fantasma y, en casos extremos, pueden provocar que el elemento de visualización muestre un intenso retroceso óptico e incluso deje de funcionar. Se cree que esto está relacionado con la acumulación de una tensión remanente o carga residual a través de la capa electroóptica. Realizar la descarga de tensión remanente (descarga tras el accionamiento tal como se describe en la solicitud estadounidense con n.º de serie 15/014.236 anteriormente mencionada) en combinación con formas de onda con desequilibrio de CC permite un rendimiento mejorado sin problemas de fiabilidad y permite el uso de más formas de onda con desequilibrio de CC.

La figura 13 es una representación gráfica de deriva de estado oscuro a lo largo del tiempo en la que, después de los primeros 15 segundos, se aplica un pulso iTop cada 3 segundos para compensar la deriva. La deriva de estado oscuro se mide mediante la claridad en L^* . El pulso iTop con un tamaño de 9 se aplica cada 3 segundos junto con la aplicación de una descarga tras el accionamiento. Tal como se muestra, se reduce la deriva de estado oscuro global.

Debe entenderse que las diversas realizaciones mostradas en las figuras son representaciones ilustrativas y no están necesariamente dibujadas a escala.

A menos que el contexto requiera claramente lo contrario, a lo largo de la divulgación, los términos “comprender”, “que comprende” y similares deben interpretarse en un sentido inclusivo, en contraposición a un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en un sentido de “que incluye, pero sin limitarse a”. Adicionalmente, los términos “en el presente documento”, “a continuación en el presente documento”, “anteriormente”, “a continuación” y términos de importancia similar se refieren a esta solicitud en su conjunto y no a ninguna porción particular de esta solicitud. Cuando se usa el término “o” con referencia a una lista de dos o más elementos, ese término cubre la totalidad de las siguientes interpretaciones del término: cualquiera de los elementos en la lista; todos los elementos en la lista; y cualquier combinación de los elementos en la lista.

REIVINDICACIONES

1. Método de accionamiento de un elemento de visualización electroóptico que tiene una pluralidad de píxeles y que visualiza en modo oscuro, siendo el elemento de visualización electroóptico un elemento de visualización de matriz activa producido por una disposición de transistores con al menos un transistor asociado con cada píxel, comprendiendo el elemento de visualización electroóptico
5 un medio electroóptico,
10 una pluralidad de electrodos de píxel, direccionando cada uno un píxel, estando cada electrodo de píxel conectado a una fuente de tensión a través del transistor asociado, y
un electrodo delantero proporcionado en el lado opuesto del medio electroóptico con respecto a la disposición no lineal y que se extiende a través de todo el elemento de visualización,
15 comprendiendo el método:
identificar un píxel que experimenta una transición de negro a negro y que tiene al menos un píxel vecino cardinal que no realiza una transición de negro a negro; y
20 aplicar al píxel identificado un primer pulso de accionamiento (pl1) que tiene una polaridad que acciona el píxel hacia su estado blanco y un segundo pulso de accionamiento (pl2) que tiene una polaridad que acciona el píxel hacia su estado negro, en el que
25 el primer pulso de accionamiento (pl1) y el segundo pulso de accionamiento (pl2) tomados juntos presentan desequilibrio de CC creando una tensión remanente,
el método comprende además descargar la tensión remanente activando simultáneamente todos los transistores asociados con los electrodos de píxel y conectando las líneas de fuente del elemento de visualización de matriz activa y su electrodo delantero a la misma tensión mediante lo cual los electrodos a ambos lados de la capa electroóptica están conectados a tierra, de tal manera que se descargan cargas que se acumulan en la capa electroóptica.
30
2. Método según la reivindicación 1, en el que el primer y segundo pulsos de accionamiento (pl1, pl2) sólo se aplican al píxel identificado cuando ese píxel tiene al menos dos píxeles vecinos cardinales que no realizan una transición de negro a negro.
35
3. Método según la reivindicación 2, en el que el primer y segundo pulsos de accionamiento (pl1, pl2) sólo se aplican al píxel identificado cuando ese píxel tiene al menos tres píxeles vecinos cardinales que no realizan una transición de negro a negro.
40
4. Método según la reivindicación 3, en el que el primer y segundo pulsos de accionamiento (pl1, pl2) sólo se aplican al píxel identificado cuando ese píxel tiene los cuatro píxeles vecinos cardinales que realizan una transición de negro a negro.
45
5. Método según la reivindicación 1, en el que el primer pulso de accionamiento (pl1) se aplica durante entre 1 y 20 tramas.
6. Método según la reivindicación 1, en el que hay un hueco entre la aplicación del primer y segundo pulsos de accionamiento (pl1, pl2) de entre 0 y 10 tramas.
50
7. Método según la reivindicación 1, en el que el segundo pulso de accionamiento (pl2) se aplica durante entre 2 y 20 tramas.
8. Método según la reivindicación 1, en el que el elemento de visualización electroóptico es un elemento de visualización electroforético.
55

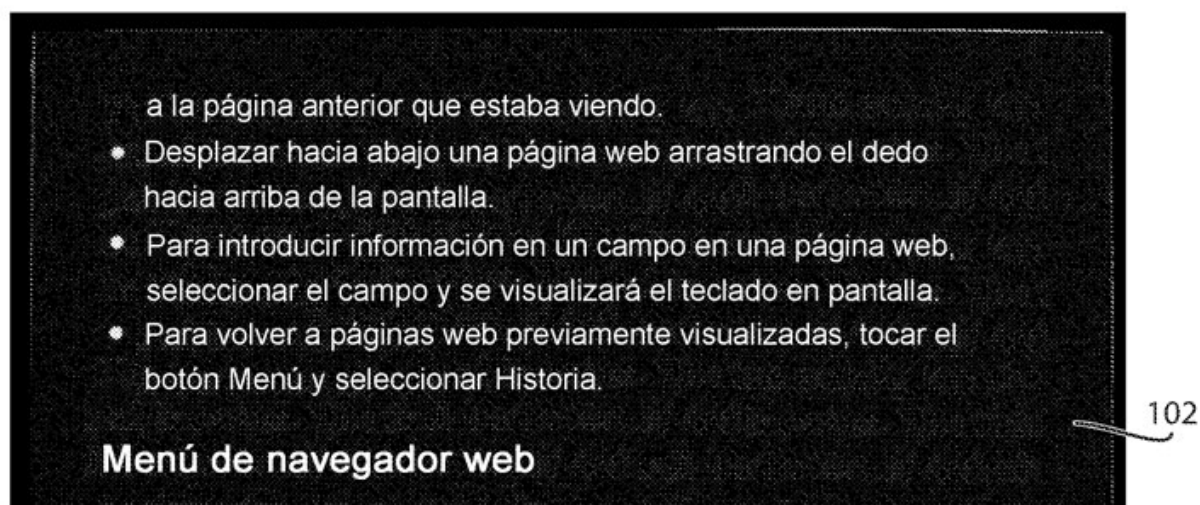


Fig. 1A

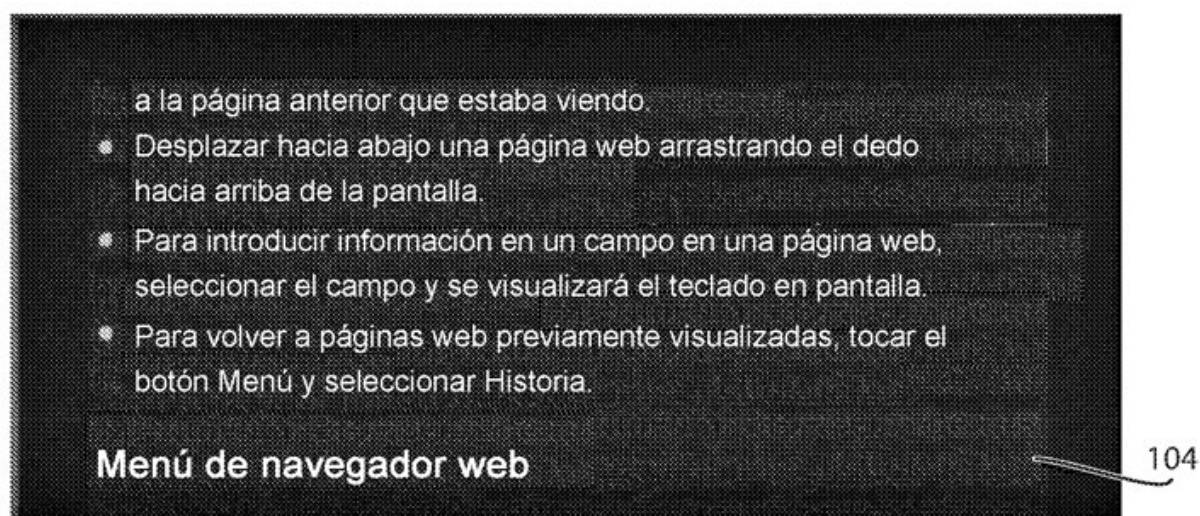


Fig. 1B

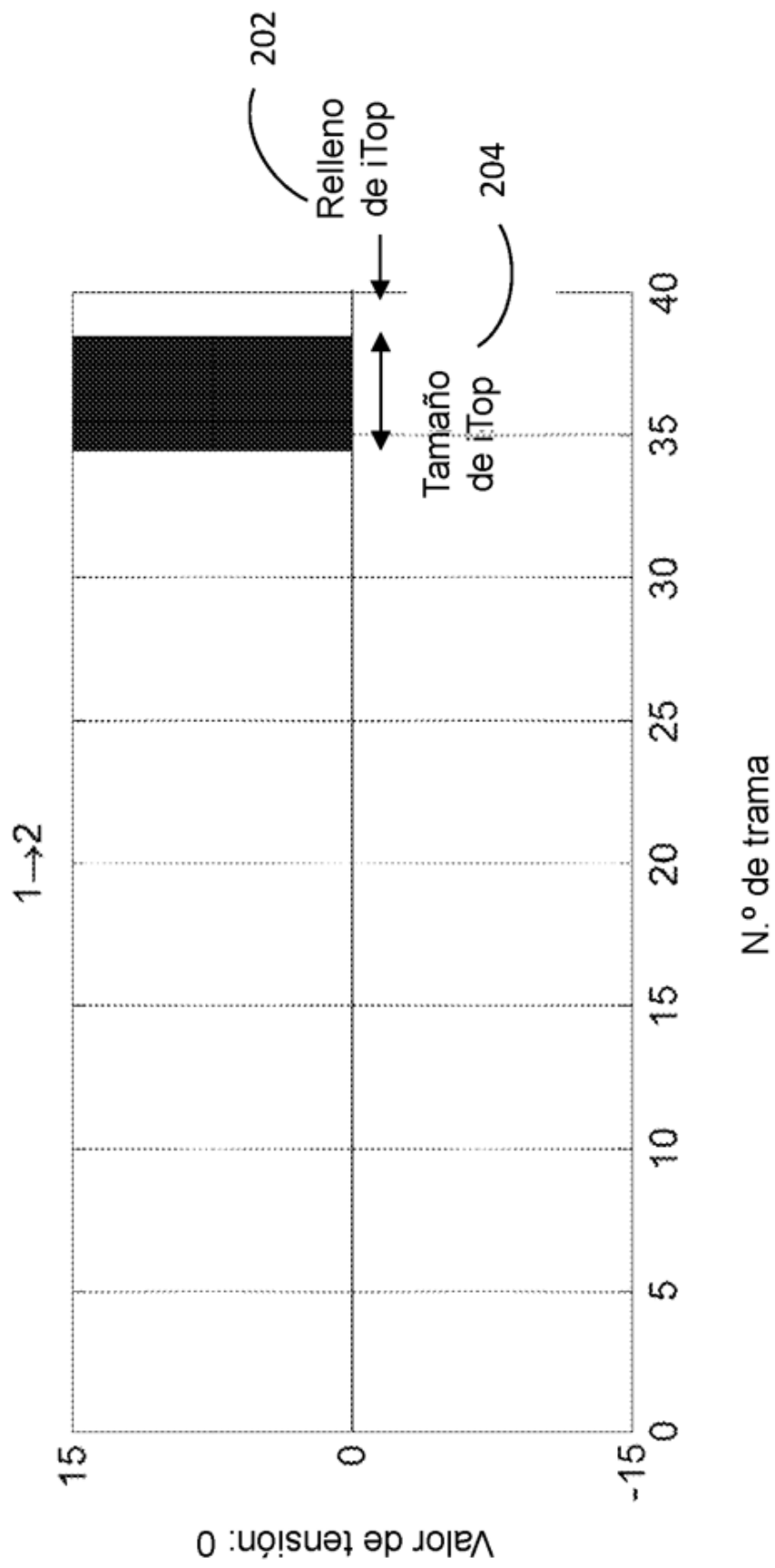


FIG. 2

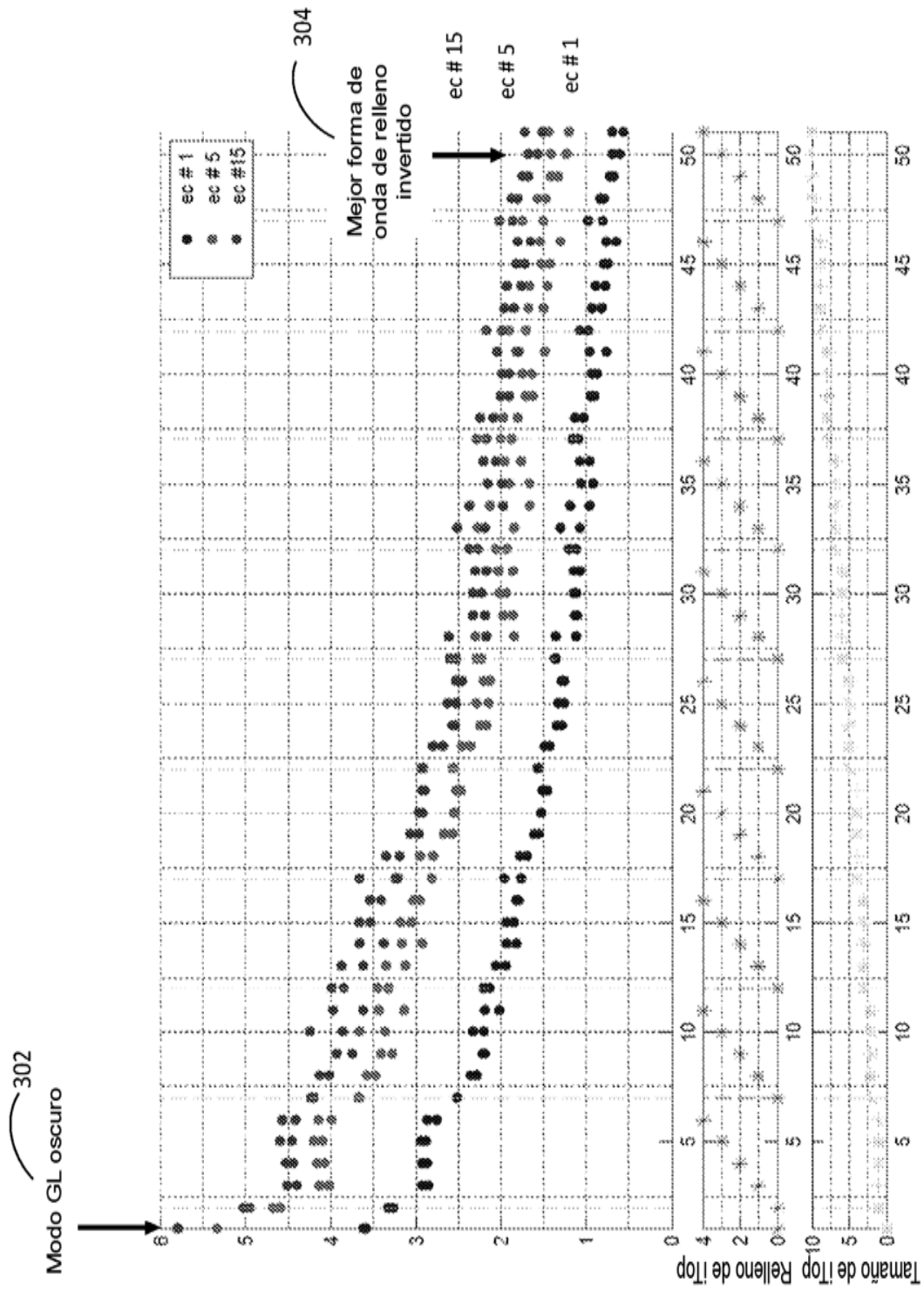


FIG. 3

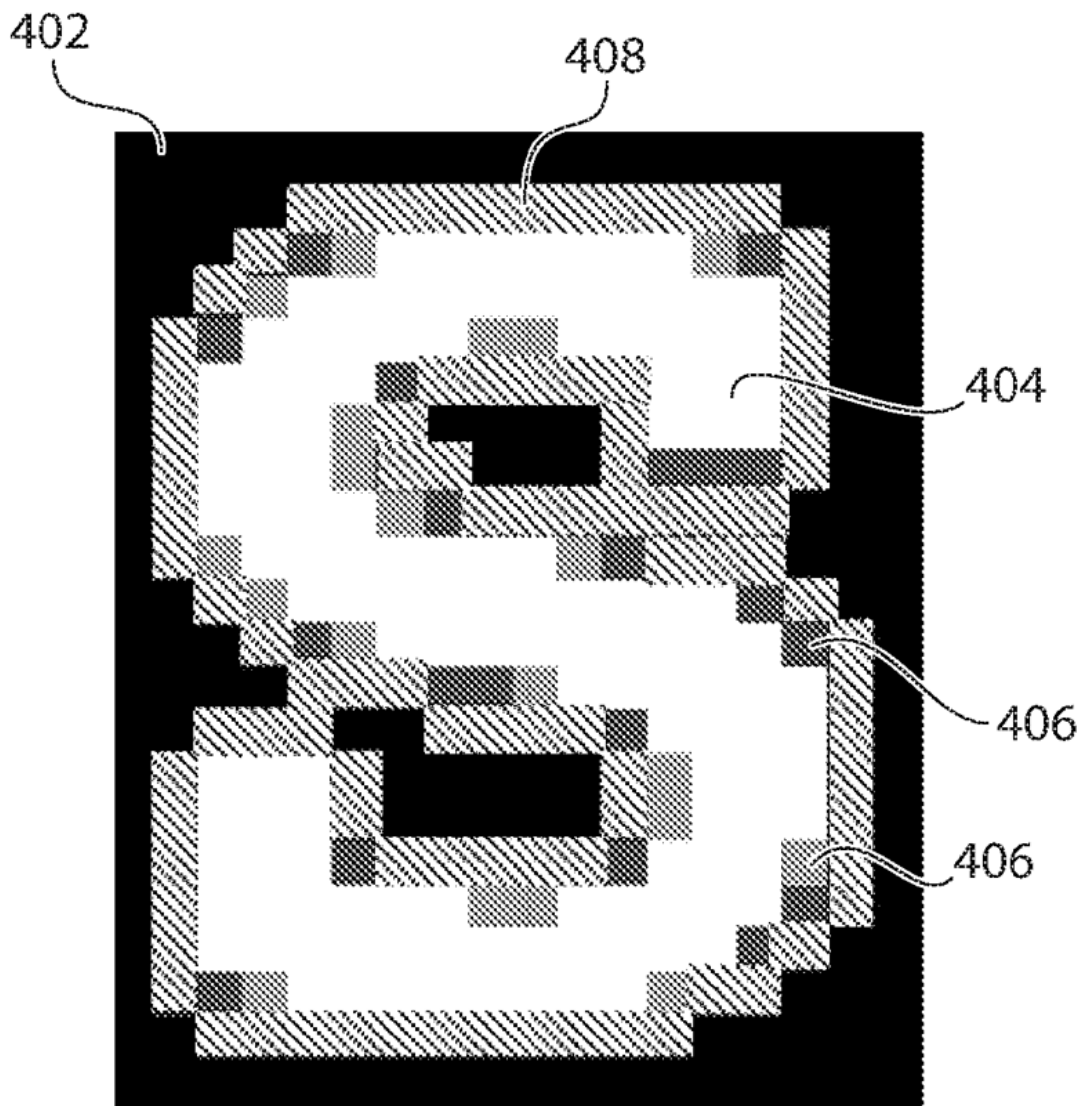


Fig. 4

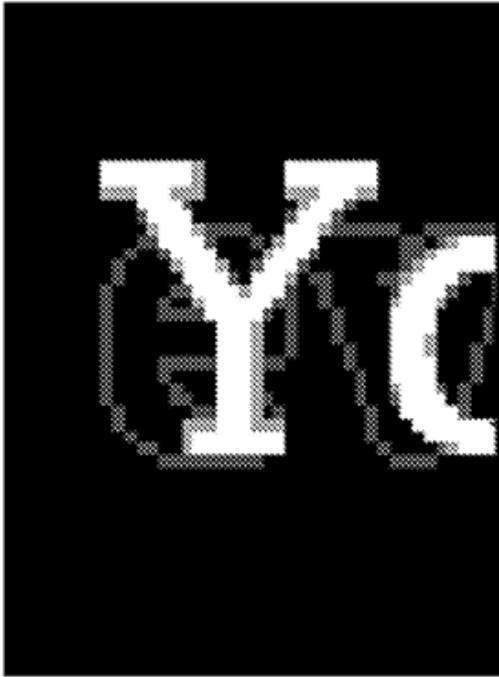


Fig. 5A



Fig. 5B



Fig. 5C

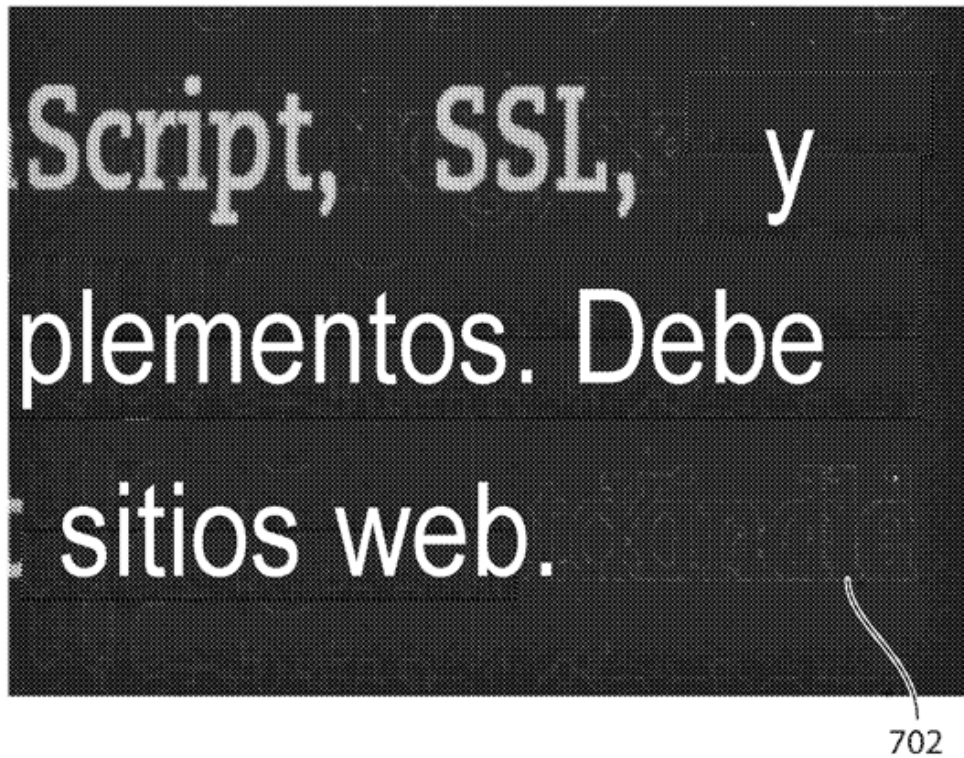


Fig. 6A

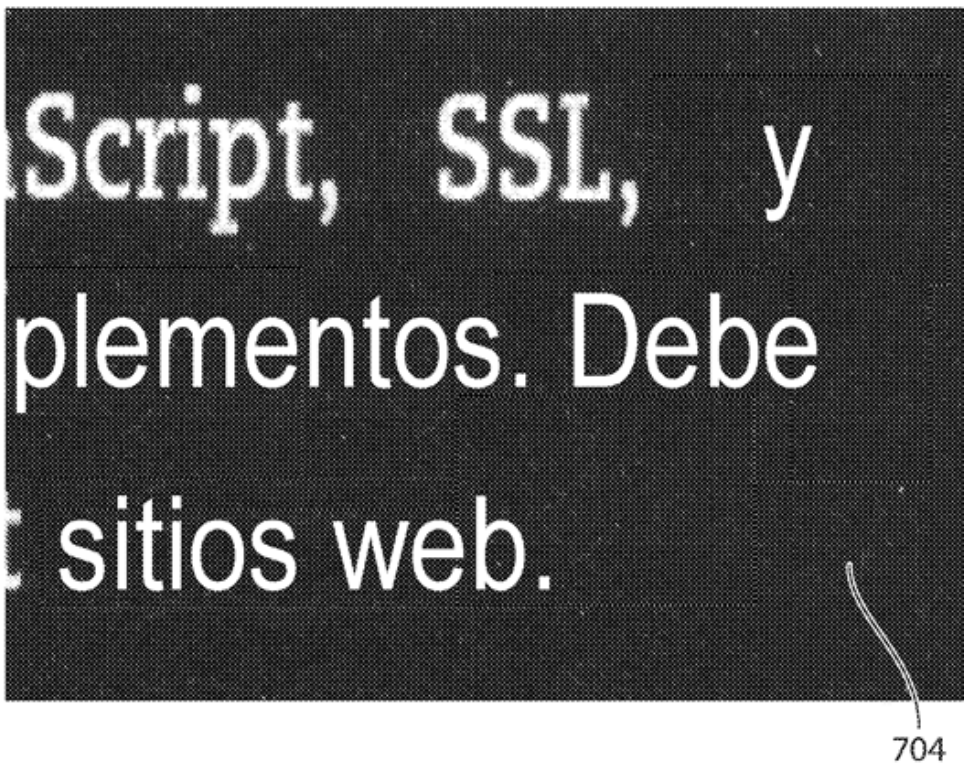


Fig. 6B

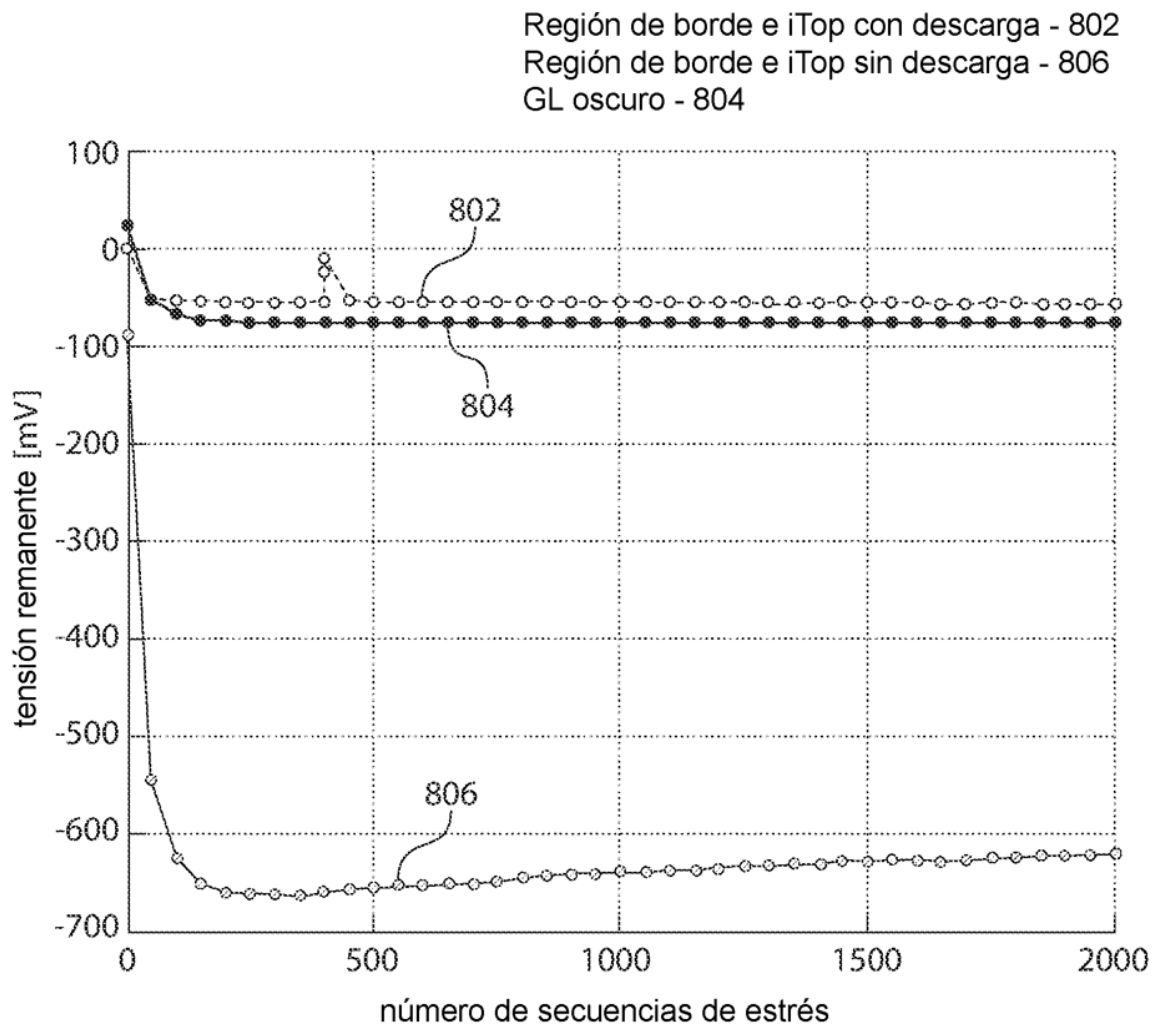
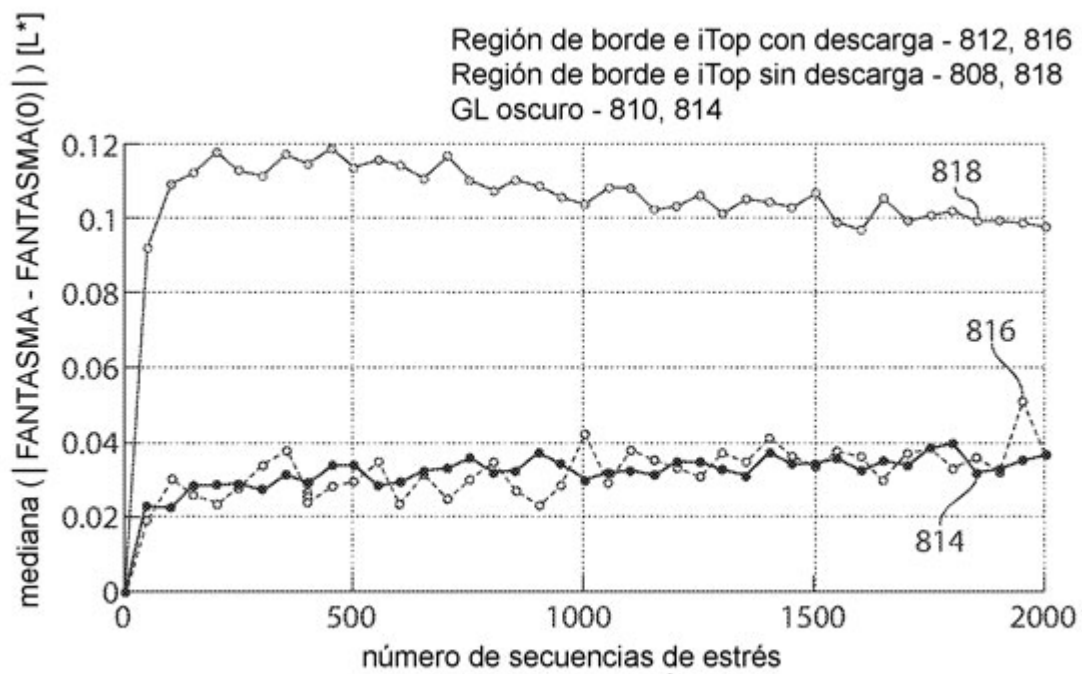
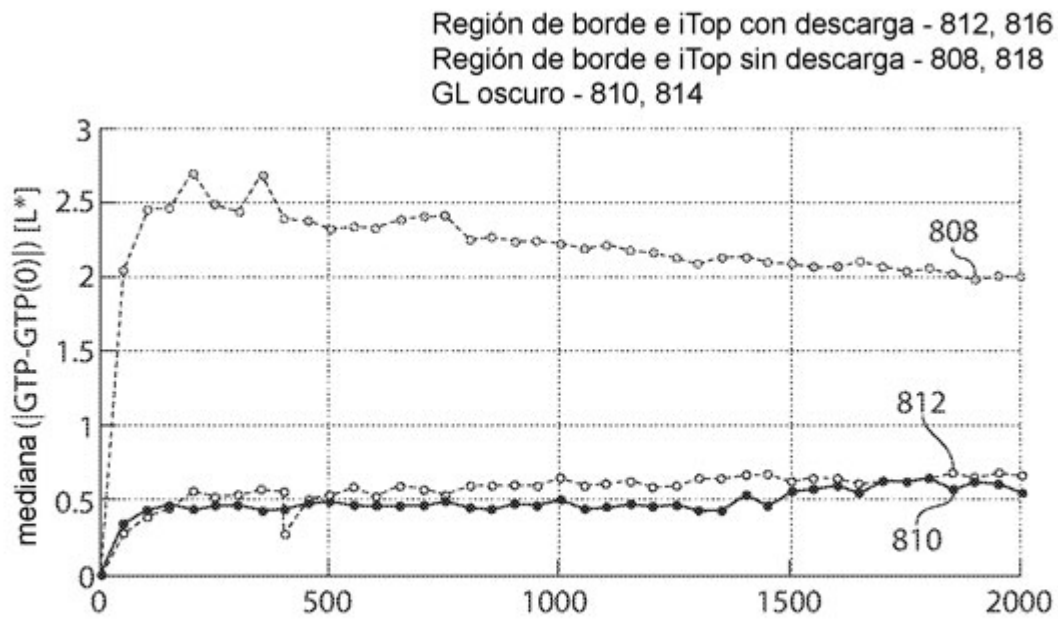


Fig. 7A



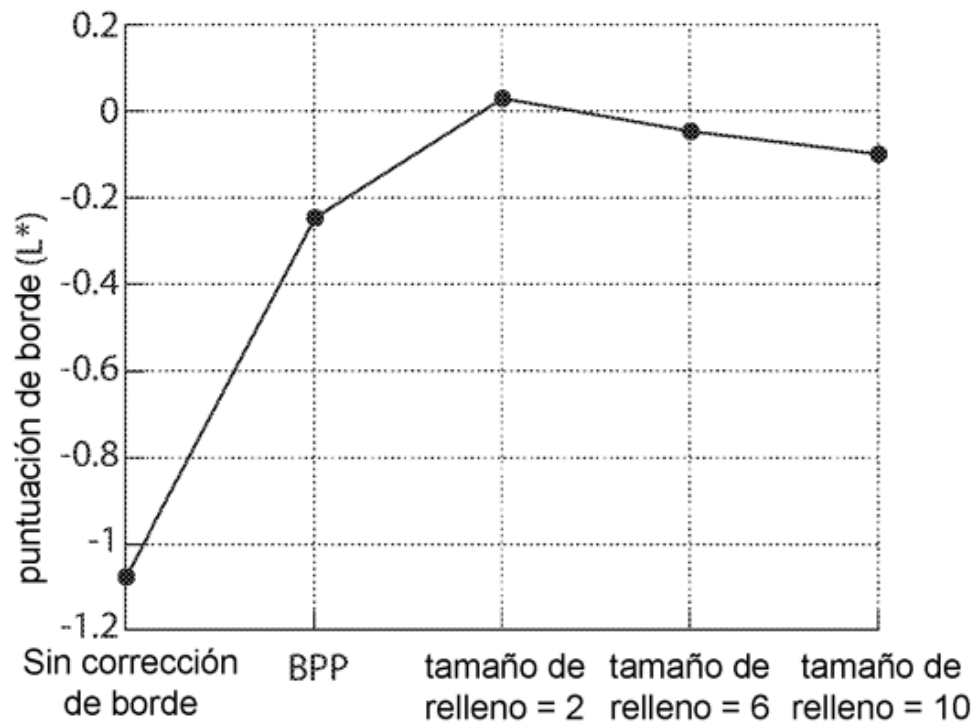


Fig. 8A

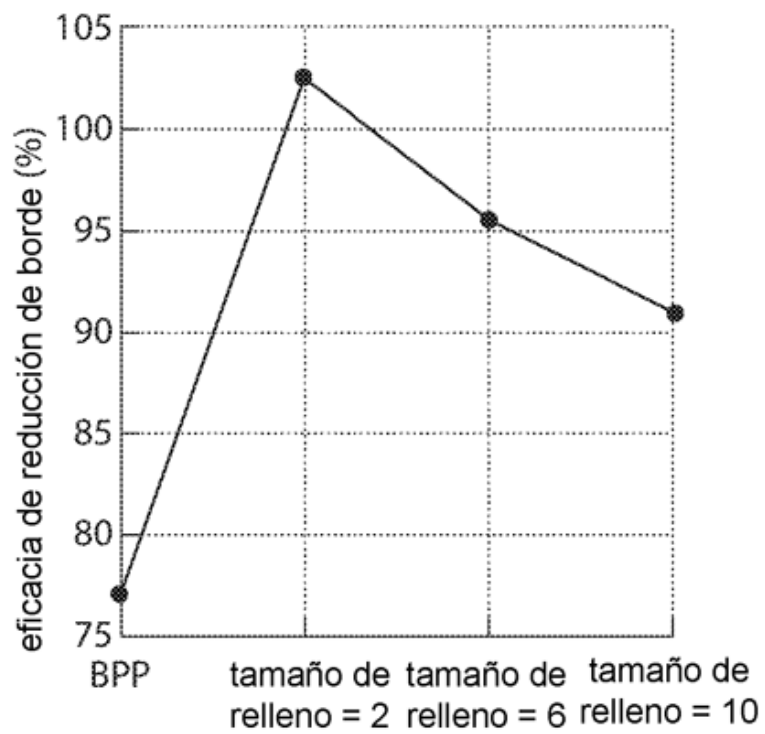


Fig. 8B

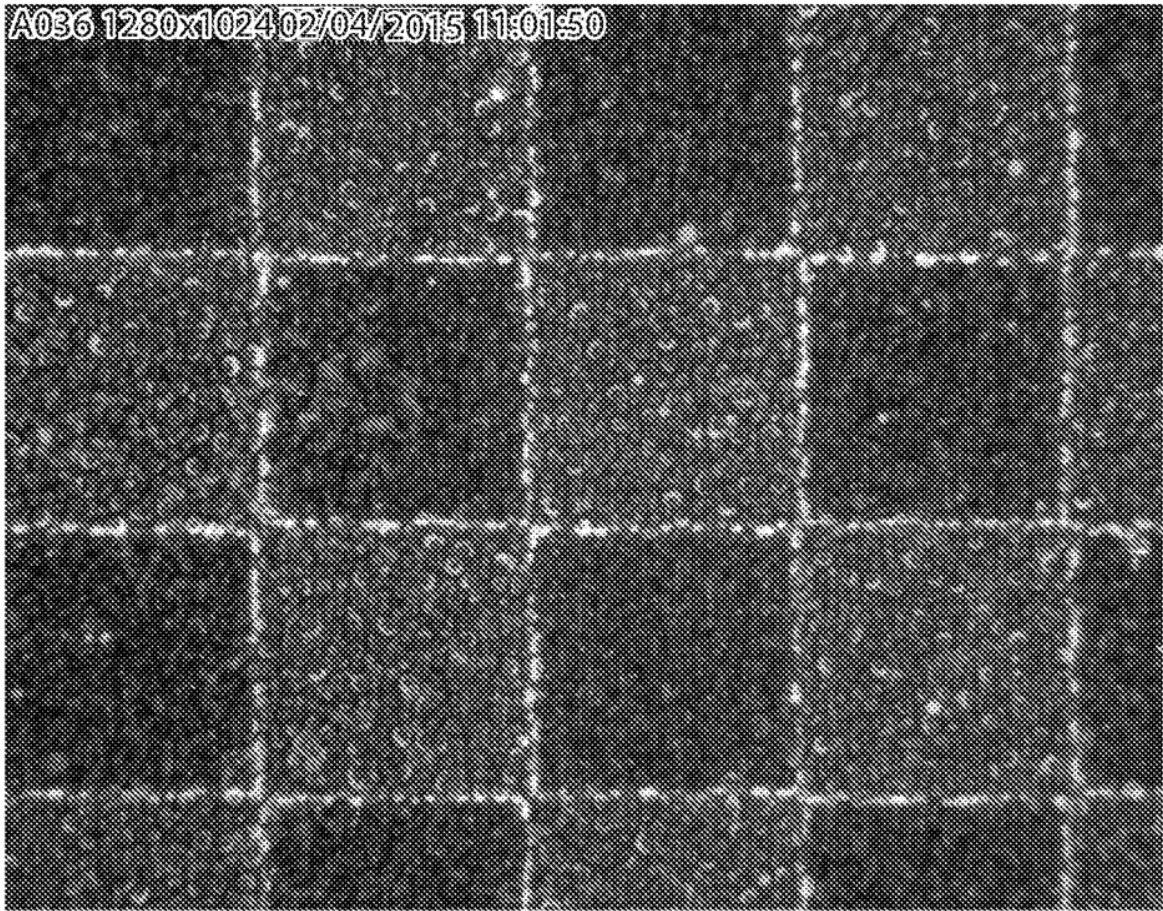


Fig. 9

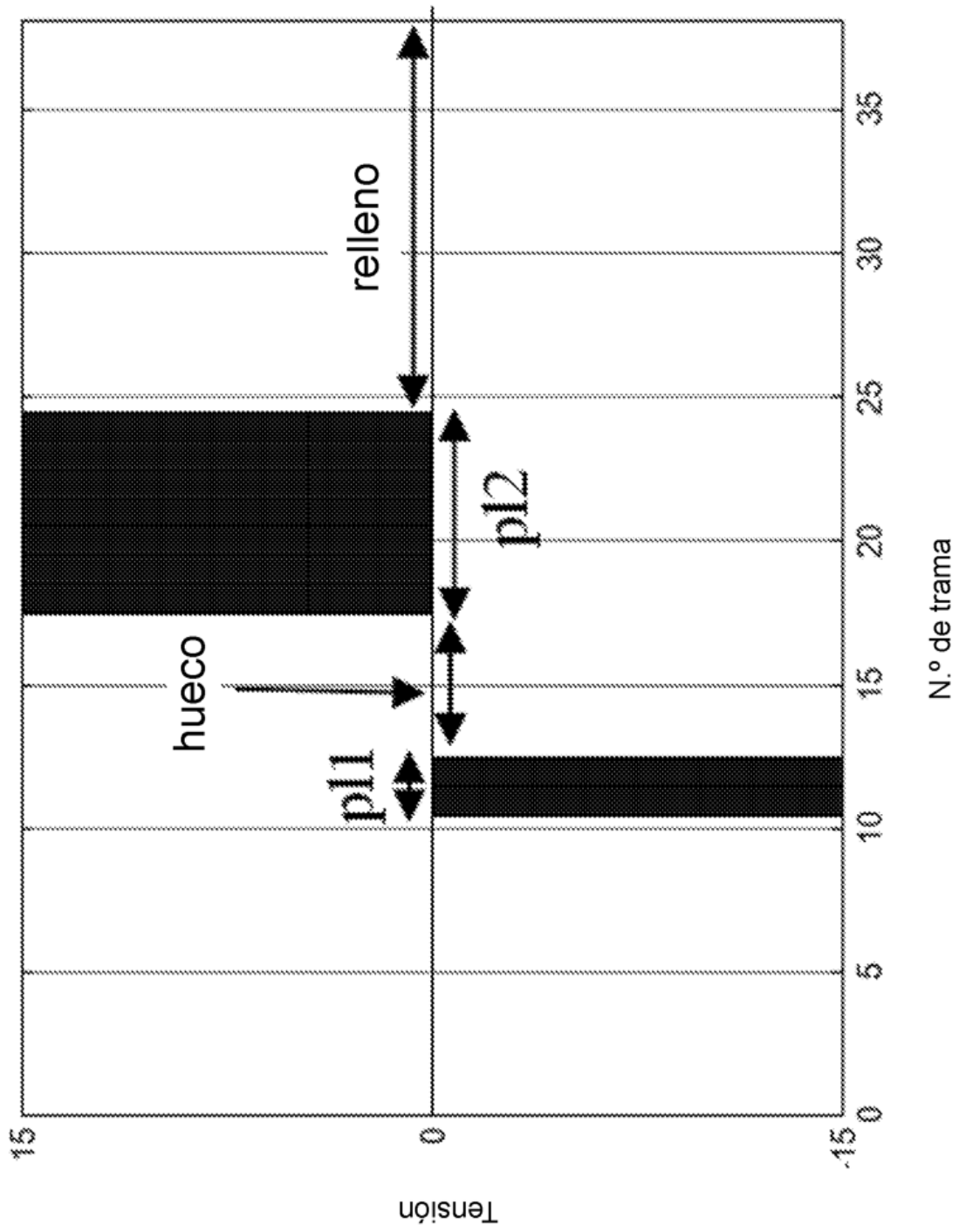


FIG. 10

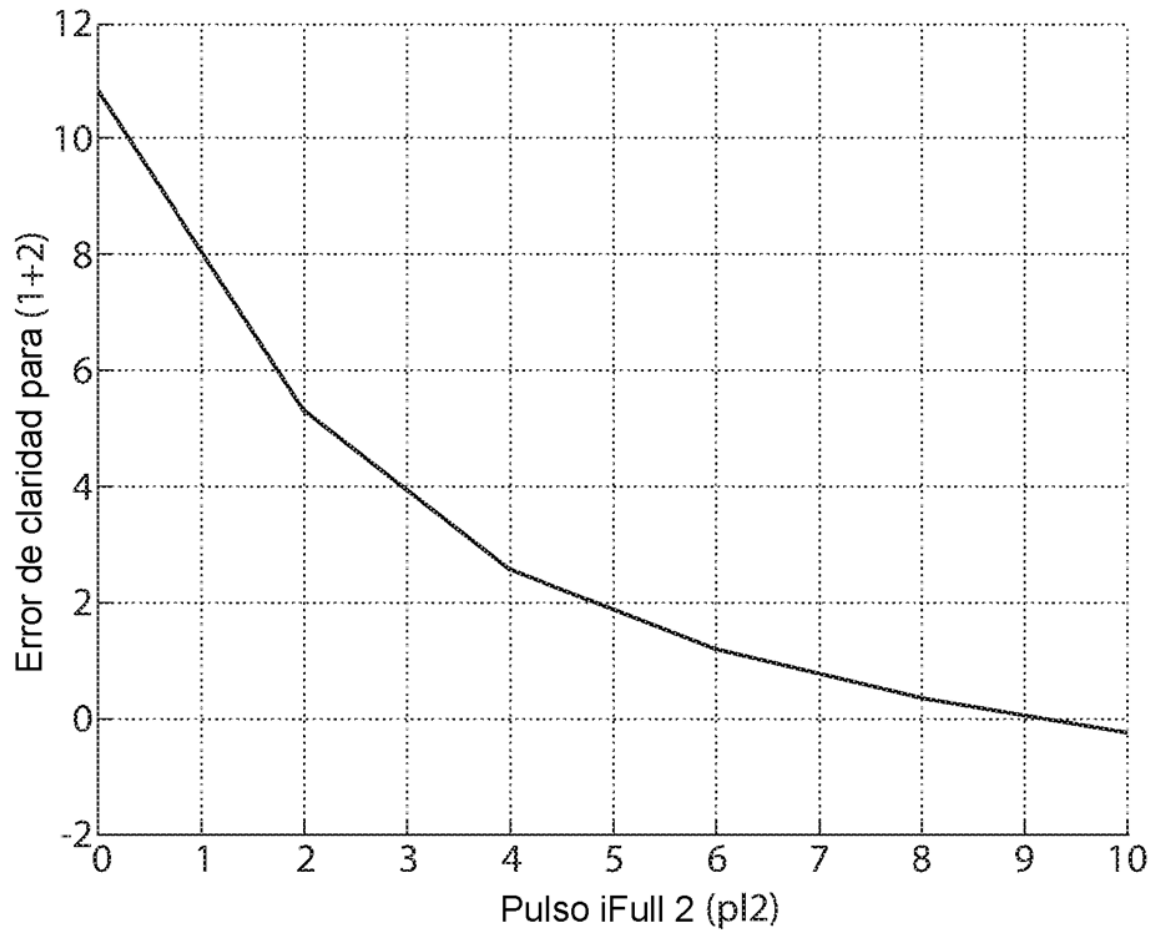
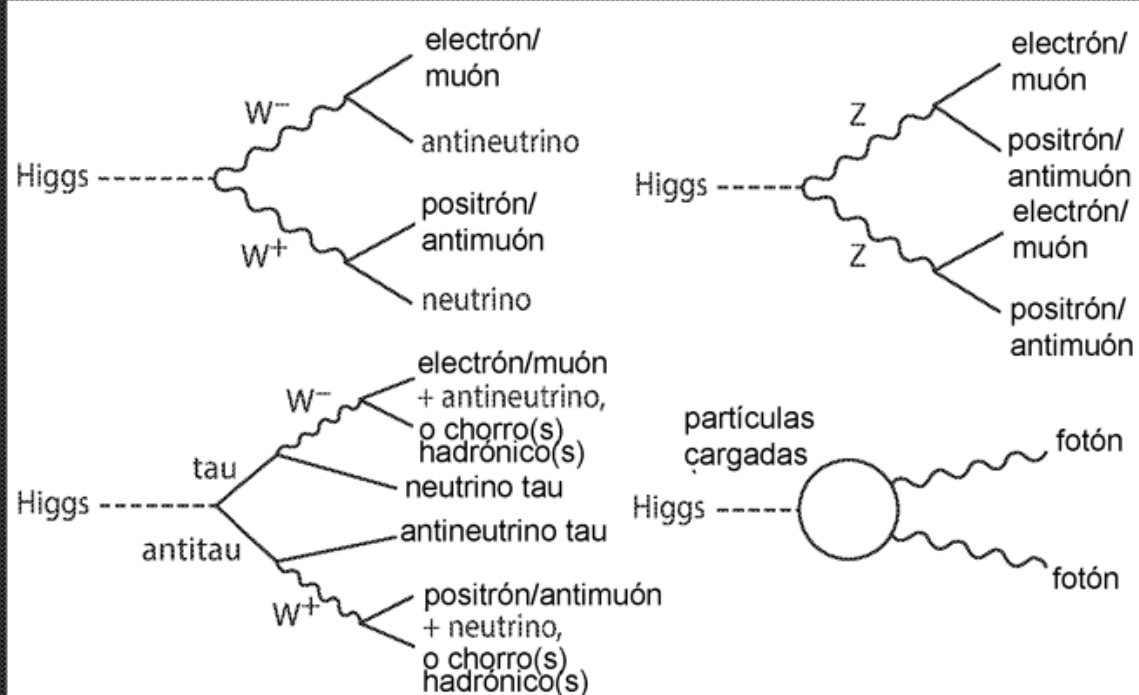


Fig. 11



Cuatro prometedores modos de decaimiento para descubrir un bosón de Higgs a 125 GeV. El bosón Higgs puede decaer hacia dos bosones W, que después (algunas veces) decaen hacia electrones o muones y sus neutrinos. O puede decaer hacia dos bosones Z, que después (algunas veces) decaen hacia electrones o muones y sus antipartículas. O puede decaer hacia un par tau-antitau, que después decae hacia neutrinos y otros fermiones. O puede decaer hacia alguna partícula cargada que después se convierte en dos fotones. Todos estos son procesos raros pero relativamente fáciles de escoger en experimentos de LHC.

Fig. 12

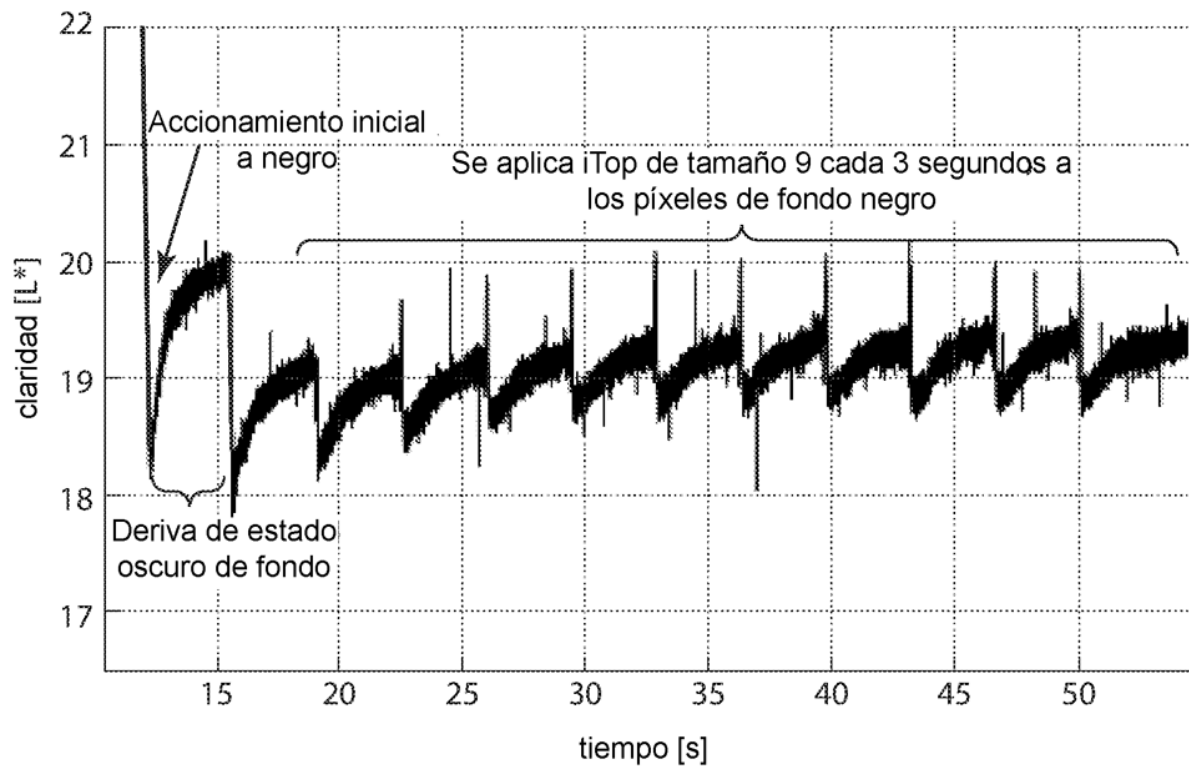


Fig. 13