

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 753**

51 Int. Cl.:

**G09G 3/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2014 PCT/US2014/049063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15017624**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2014 E 14831680 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3028269**

54 Título: **Métodos para accionar pantallas electro-ópticas**

30 Prioridad:

**31.07.2013 US 201361860466 P**  
**01.08.2013 US 201361860936 P**  
**01.08.2013 US 201361861137 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.07.2023**

73 Titular/es:

**E INK CORPORATION (100.0%)**  
**1000 Technology Park Drive**  
**Billerica, MA 01821-4165, US**

72 Inventor/es:

**EMELIE, PIERRE-YVES;**  
**CROUNSE, KENNETH, R.;**  
**AMUNDSON, KARL, RAYMOND;**  
**BEN-DOV, YUVAL;**  
**SIM, TECK, PING y**  
**O'MALLEY, TIMOTHY, J.**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 946 753 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

Métodos para accionar pantallas electro-ópticas

5 Esta solicitud está relacionada con las Patentes de EE. UU. n.º 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; y 8.077.141; y con las Publicaciones de Solicitudes de Patentes de EE. UU. n.º 2003/0102858; 10 2005/0122284; 2005/0179642; 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 y 2013/0194250.

15 Las patentes y solicitudes antes mencionadas pueden en lo sucesivo, por conveniencia, denominarse colectivamente aplicaciones "MEDEOD" (métodos para accionar pantallas electro-ópticas (MEthods for Driving Electro-Optic Displays)).

20 La nomenclatura de antecedentes y el estado de la técnica con respecto a las pantallas electro-ópticas se analizan en profundidad en la Patente de EE. UU. n.º 7.012.600, a la que se remite al lector para obtener más información. En consecuencia, esta nomenclatura y estado de la técnica se resumirán brevemente a continuación.

25 La presente invención se refiere a métodos para accionar pantallas electro-ópticas, especialmente pantallas electro-ópticas biestables, y a aparatos para su uso en tales métodos. Más específicamente, la presente invención se refiere a métodos de accionamiento que pueden permitir efectos de "imágenes fantasmas" y de borde reducidos, y parpadeo reducido en tales pantallas. La presente invención está especialmente, pero no exclusivamente, diseñada para su uso con pantallas electroforéticas basadas en partículas en las que uno o más tipos de partículas cargadas eléctricamente están presentes en un fluido y se mueven a través del fluido bajo la influencia de un campo eléctrico para cambiar la 30 apariencia de la pantalla.

35 El término "electro-óptico/a", como se aplica a un material o una pantalla, se usa aquí en su significado convencional en la técnica de la imagen para referirse a un material que tiene un primer y segundo estado de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, cambiando el material de su primer a su segundo estado de visualización mediante la aplicación de un campo eléctrico al material. Aunque la propiedad óptica es normalmente un color perceptible para el ojo humano, puede ser otra propiedad óptica, tal como la transmisión óptica, reflectancia, luminiscencia o, en el caso de pantallas destinadas a la lectura mecánica, pseudo-color en el sentido de un cambio en la reflectancia de las longitudes de onda electromagnéticas fuera del intervalo visible.

40 La expresión "estado gris" se utiliza aquí en su significado convencional en la técnica de la imagen para referirse a un estado intermedio entre dos estados ópticos extremos de un píxel, y no implica necesariamente una transición de blanco y negro entre estos dos estados extremos. Por ejemplo, varias de las patentes de E Ink y las aplicaciones publicadas a las que se hace referencia a continuación describen pantallas electroforéticas en las que los estados extremos son blanco y azul profundo, de forma que un "estado gris" intermedio sería en realidad azul pálido. En efecto, tal y como ya se ha mencionado, el cambio en el estado óptico puede no ser un cambio de color en absoluto. Los 45 términos "negro" y "blanco" pueden usarse en lo sucesivo para referirse a los dos estados ópticos extremos de una pantalla, y debe entenderse que normalmente incluyen estados ópticos extremos que no son estrictamente en blanco y negro, por ejemplo, los estados blanco y azul oscuro antes mencionados. El término "monocromo" se puede utilizar en lo sucesivo para indicar un esquema de accionamiento que sólo acciona los píxeles a sus dos estados ópticos extremos sin estados grises intermedios.

50 Los términos "biestable" y "biestabilidad" se usan aquí en su significado convencional en la técnica para referirse a pantallas que comprenden elementos de pantalla que tienen un primer y un segundo estado de pantalla que difieren en al menos una propiedad óptica, y de tal forma que después de que cualquier elemento dado haya sido accionado, mediante un pulso de direccionamiento de duración finita, para asumir su primer o segundo estado de visualización, 55 después de que el pulso de direccionamiento ha terminado, ese estado persistirá al menos varias veces, por ejemplo, al menos cuatro veces, la duración mínima del pulso de direccionamiento requerido para cambiar el estado del elemento de visualización. En la patente de EE. UU. n.º 7.170.670 se muestra que algunas pantallas electroforéticas basadas en partículas con capacidad de escala de grises son estables no solo en sus estados extremos de blanco y negro, sino también en sus estados intermedios de gris, y lo mismo ocurre con algunos otros tipos de pantallas electro- 60 ópticas. Este tipo de pantalla se denomina correctamente "multiestable" en lugar de biestable, aunque por conveniencia el término "biestable" puede usarse aquí para cubrir pantallas tanto biestables como multiestables.

65 El término "impulso" se usa aquí en su significado convencional de la integral de la tensión con respecto al tiempo. Sin embargo, algunos medios electro-ópticos biestables actúan como transductores de carga, y con tales medios una definición alternativa de impulso, en concreto, la integral de la corriente a lo largo del tiempo (que es igual a la carga total aplicada) puede usarse. Se debe utilizar la definición apropiada de impulso, dependiendo de si el medio actúa

como un transductor de impulsos de tensión-tiempo o como un transductor de impulsos de carga.

Gran parte de la descripción a continuación se centrará en los métodos para accionar uno o más píxeles de una pantalla electro-óptica a través de una transición de un nivel inicial de gris a un nivel final de gris (que puede o no ser diferente del nivel inicial de gris). La expresión "forma de onda" se utilizará para denotar la curva total de tensión frente al tiempo utilizada para efectuar la transición de un nivel inicial de gris específico a un nivel final de gris específico. Normalmente, dicha forma de onda comprenderá una pluralidad de elementos de forma de onda; donde estos elementos son esencialmente rectangulares (es decir, donde un elemento dado comprende la aplicación de una tensión constante durante un período de tiempo); los elementos pueden denominarse "pulsos" o "pulsos de accionamiento". La expresión "esquema de accionamiento" denota un conjunto de formas de onda suficientes para efectuar todas las transiciones posibles entre los niveles de gris para una pantalla específica. Una pantalla puede hacer uso de más de un esquema de accionamiento; por ejemplo, la Patente de EE. UU. n.º 7,012,600 mencionada anteriormente enseña que es posible que sea necesario modificar un esquema de accionamiento dependiendo de parámetros tales como la temperatura de la pantalla o el tiempo durante el que ha estado en funcionamiento durante su vida útil y, por tanto, se puede proporcionar una pantalla con un pluralidad de diferentes esquemas de accionamiento para ser utilizada a diferentes temperaturas, etc. Un conjunto de esquemas de accionamiento utilizados de esta forma puede denominarse "un conjunto de esquemas de accionamiento relacionados". También es posible, como se describe en varias de las aplicaciones MEDEOD antes mencionadas, usar más de un esquema de accionamiento simultáneamente en diferentes áreas de la misma pantalla, y un conjunto de esquemas de accionamiento usados de esta forma puede denominarse "un conjunto de esquemas de accionamiento simultáneos".

Se conocen varios tipos de pantallas electro-ópticas, por ejemplo:

(a) pantallas giratorias de miembros bicromáticos (véase, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 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);

(b) pantallas electrocromáticas (véase, por ejemplo, O'Regan, B., *et al.*, Nature 1991, 353, 737; Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (Marzo 2002); Bach, U., *et al.*, Adv. Mater., 2002, 14(11), 845; y las Patentes de EE. UU. n.º 6.301.038; 6.870.657; y 6.950.220);

(c) pantallas de electrohúmedectación (véase Hayes, R.A., *et al.*, "Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting", Nature, 425, 383-385 (25 de septiembre de 2003) y la Publicación de Patente de EE. UU. n.º 2005/0151709);

(d) pantallas electroforéticas basadas en partículas, en las que una pluralidad de partículas cargadas se mueven a través de un fluido bajo la influencia de un campo eléctrico (véase Patentes de EE. UU. n.º 5.930.026; 5.961.804; 6.017.584; 6.067.185; 6.118.426; 6.120.588; 6.120.839; 6.124.851; 6.130.773; y 6.130.774; las Publicaciones de Solicitudes de Patentes de EE. UU. n.º 2002/0060321; 2002/0090980; 2003/0011560; 2003/0102858; 2003/0151702; 2003/0222315; 2004/0014265; 2004/0075634; 2004/0094422; 2004/0105036; 2005/0062714; y 2005/0270261; y las Publicaciones de Solicitudes Internacionales n.º WO 00/38000; WO 00/36560; WO 00/67110; y WO 01/07961; y las Patentes Europeas n.º 1.099.207 B1; y 1.145.072 B1; y las otras patentes y aplicaciones de MIT y E Ink analizadas en la Patente de EE. UU. n.º 7.012.600 antes mencionada).

Hay varias variantes diferentes de medios electroforéticos. Los medios electroforéticos pueden utilizar fluidos líquidos o gaseosos; para fluidos gaseosos véase, por ejemplo, Kitamura, V., *et al.*, "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japón, 2001, Documento HCS1-1, and Yamaguchi, Y., *et al.*, "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japón, 2001, Documento AMD4-4); la Solicitud de Patente de EE. UU. n.º 2005/0001810; las Solicitudes de Patentes Europeas 1.462.847; 1.482.354; 1.484.635; 1.500.971; 1.501.194; 1.536.271; 1.542.067; 1.577.702; 1.577.703; y 1.598.694; las Solicitudes Internacionales WO 2004/090626; WO 2004/079442; y WO 2004/001498. Los medios pueden estar encapsulados, comprendiendo numerosas cápsulas pequeñas, cada una de los que comprende una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles suspendidas en un medio de suspensión líquido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Normalmente, las propias cápsulas se mantienen dentro de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente colocada entre dos electrodos; véase las patentes y solicitudes de MIT y E Ink antes mencionadas. Como alternativa, las paredes que rodean las microcápsulas discretas en un medio electroforético encapsulado pueden ser reemplazadas por una fase continua, produciendo así una denominada pantalla electroforética dispersa en polímeros, en la que el medio electroforético comprende una pluralidad de gotitas discretas de un fluido electroforético y una fase continua de un material polimérico; véase por ejemplo, la Patente de EE. UU. n.º 6.866.760. Para los fines de la presente solicitud, dichos medios electroforéticos dispersos en polímeros se consideran subespecies de medios electroforéticos encapsulados. Otra variante es la denominada "pantalla electroforética de microcelda" en la que las partículas cargadas y el fluido se retienen dentro de una pluralidad de cavidades formadas dentro de un medio vehículo, normalmente una película polimérica; véase, por ejemplo, las Patentes de EE. UU. n.º 6.672.921 y 6.788.449.

Una pantalla electroforética encapsulada por lo general no sufre el modo de falla de agrupamiento y asentamiento de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona más ventajas, tal como la capacidad de imprimir o revestir la pantalla en una amplia variedad de sustratos flexibles y rígidos. (El uso de la palabra "impresión" pretende incluir todas las formas de impresión y revestimiento, incluyendo, pero sin limitación: revestimientos predosificados tales como revestimiento de matriz de parche, revestimiento de ranura o extrusión, revestimiento deslizante o en cascada, revestimiento de cortina; revestimiento con rodillo, tal como cuchilla sobre revestimiento con rodillo, revestimiento con

rodillo hacia adelante y hacia atrás; revestimiento de huecograbado; revestimiento por inmersión; revestimiento por pulverización; revestimiento de menisco; revestimiento por giración; revestimiento con cepillo; revestimiento de cuchilla de aire; procesos de serigrafía; procesos de impresión electrostática; procesos de impresión térmica; procesos de impresión por chorro de tinta; deposición electroforética (véase Patente de EE. UU. n.º 7.339.715); y otras técnicas similares). Por tanto, la pantalla resultante puede ser flexible. Además, debido a que el medio de visualización se puede imprimir (usando una variedad de métodos), la pantalla en sí se puede hacer de forma económica.

También se pueden usar otros tipos de medios electroópticos en las pantallas de la presente invención.

El comportamiento biestable o multiestable de las pantallas electroforéticas basadas en partículas y otras pantallas electro-ópticas que muestran un comportamiento similar (dichas pantallas en lo sucesivo, por conveniencia, se denominarán "pantallas accionadas por impulsos"), contrasta marcadamente con el de las pantallas de cristal líquido ("LC") convencionales. Los cristales líquidos nemáticos retorcidos no son biestables o multiestables, pero actúan como transductores de tensión, de forma que la aplicación de un campo eléctrico dado a un píxel de dicha pantalla produce un nivel de gris específico en el píxel, independientemente del nivel de gris previamente presente en el píxel. Asimismo, las pantallas LC solo funcionan en una dirección (de no transmisivas u "oscuras" a transmisivas o "claras"), realizándose la transición inversa de un estado más claro a uno más oscuro reduciendo o eliminando el campo eléctrico. Por último, el nivel de gris de un píxel de una pantalla LC no es sensible a la polaridad del campo eléctrico, solo a su magnitud y, de hecho, por razones técnicas, las pantallas LC comerciales generalmente invierten la polaridad del campo de accionamiento a intervalos frecuentes. En contraste, las pantallas electro-ópticas biestables actúan, en una primera aproximación, como transductores de impulso, de forma que el estado final de un píxel depende no solo del campo eléctrico aplicado y del tiempo durante el que se aplica este campo, sino también del estado del píxel antes de la aplicación del campo eléctrico.

Sea o no biestable el medio electro-óptico utilizado, para obtener una pantalla de alta resolución, los píxeles individuales de una pantalla deben ser direccionables sin interferencia de píxeles adyacentes. Una forma de lograr este objetivo es proporcionar una matriz de elementos no lineales, tales como transistores o diodos, con al menos un elemento no lineal asociado a cada píxel, para producir una pantalla de "matriz acciona". Un electrodo de direccionamiento o píxel, que se dirige a 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 esta disposición se asumirá en la siguiente descripción, aunque es esencialmente arbitrario y el electrodo de píxel podría estar conectado a la fuente del transistor. Convencionalmente, en matrices de alta resolución, los píxeles están dispuestos en una matriz bidimensional de filas y columnas, de tal forma que cualquier píxel específico se define de forma única por la intersección de una fila específica y una columna específica. Las fuentes de todos los transistores en cada columna están conectadas a un solo electrodo de columna, mientras que las puertas de todos los transistores de cada fila están conectadas a un electrodo de una sola fila; de nuevo, la asignación de fuentes a filas y puertas a columnas es convencional pero esencialmente arbitraria, y podría invertirse si se desea. Los electrodos de fila están conectados a un controlador de fila, lo que esencialmente asegura que en un momento dado solo se seleccione una fila, es decir, que se aplica al electrodo de fila seleccionado una tensión tal que asegure que todos los transistores en la fila seleccionada sean conductores, mientras que se aplica a todas las demás filas una tensión tal que asegure que todos los transistores en estas filas no seleccionadas permanezcan no conductores. Los electrodos de columna están conectados a los controladores de columna, que colocan sobre las diversas tensiones de electrodos de columna seleccionados para accionar los píxeles en la fila seleccionada a sus estados ópticos deseados. (Las tensiones antes mencionadas son relativas a un electrodo delantero común que se proporciona convencionalmente en el lado opuesto del medio electroóptico de la matriz no lineal y se extiende por toda la pantalla). Después de un intervalo preseleccionado conocido como "tiempo de dirección de línea", la fila seleccionada se deselecciona, se selecciona la siguiente fila y se cambian las tensiones en los controladores de columna para que se escriba la siguiente línea de la pantalla. Este proceso se repite para que toda la pantalla se escriba fila por fila.

A primera vista, podría parecer que el método ideal para abordar una pantalla electro-óptica accionada por impulsos de este tipo sería el denominado "flujo de imagen en escala de grises general", en el que un controlador dispone cada escritura de una imagen para que cada píxel pase directamente de su nivel inicial de gris a su nivel final de gris. Sin embargo, inevitablemente hay algún error al escribir imágenes en una pantalla accionada por impulsos. Algunos de estos errores encontrados en la práctica incluyen:

(a) *Dependencia del Estado Anterior*; Con al menos algunos medios electro-ópticos, el impulso requerido para cambiar un píxel a un nuevo estado óptico depende no solo del estado óptico actual y deseado, sino también de los estados ópticos previos del píxel.

(b) *Dependencia del Tiempo de Permanencia*; Con al menos algunos medios electro-ópticos, el impulso requerido para cambiar un píxel a un nuevo estado óptico depende del tiempo que el píxel ha pasado en sus diversos estados ópticos. La naturaleza precisa de esta dependencia no se comprende 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 cambiar un píxel a un nuevo estado óptico depende en gran medida de la temperatura.

(d) *Dependencia de la Humedad*; El impulso requerido para cambiar un píxel a un nuevo estado óptico depende, con al menos algunos tipos de medios electro-ópticos, de la humedad ambiental.

(mi) *Uniformidad Mecánica*; El impulso requerido para cambiar un píxel a un nuevo estado óptico puede verse afectado por variaciones mecánicas en la pantalla, por ejemplo, variaciones en el espesor de un medio electro-óptico 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 inevitablemente diferirá ligeramente del aplicado teóricamente debido a los pequeños errores inevitables en las tensiones entregadas por los controladores.

Por tanto, el flujo general de imágenes en escala de grises requiere un control muy preciso del impulso aplicado para dar buenos resultados, y empíricamente se ha encontrado que, en el estado actual de la tecnología de las pantallas electro-ópticas, el flujo general de imágenes en escala de grises no es factible en una pantalla comercial.

Bajo algunas circunstancias, puede ser deseable que una sola pantalla haga uso de múltiples esquemas de accionamiento. Por ejemplo, una pantalla capaz de más de dos niveles de gris puede hacer uso de un esquema de accionamiento de escala de grises ("GSDS") que puede efectuar transiciones entre todos los niveles de gris posibles, y un esquema de accionamiento monocromático ("MDS") que efectúa transiciones solo entre dos niveles de gris, el MDS proporciona una reescritura más rápida de la pantalla que el GSDS. El MDS se utiliza cuando todos los píxeles que se modifican durante una reescritura de la pantalla sólo efectúan transiciones entre los dos niveles de gris utilizados por el MDS. Por ejemplo, la Patente de EE. UU. n.º 7.119.772 mencionada anteriormente describe una pantalla en forma de libro electrónico o dispositivo similar capaz de mostrar imágenes en escala de grises y también capaz de mostrar un cuadro de diálogo monocromático que permite al usuario ingresar texto relacionado con las imágenes mostradas. Cuando el usuario está ingresando texto, se utiliza un MDS rápido para actualizar rápidamente el cuadro de diálogo, proporcionando así al usuario una confirmación rápida del texto que se está ingresando. Por otro lado, cuando se cambia toda la imagen en escala de grises que se muestra en la pantalla, se utiliza un GSDS más lento.

Como alternativa, una pantalla puede hacer uso de 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 manejan mediante un simple impulso unidireccional desde el nivel inicial de gris hasta el nivel final de gris, a diferencia de las transiciones "indirectas" que se utilizan a menudo en un GSDS, donde en al menos algunas transiciones, el píxel pasa de un nivel inicial de gris a un estado óptico extremo, después en la dirección inversa hasta un nivel final de gris (este tipo de forma de onda, por conveniencia, puede denominarse forma de onda de "rebote de un solo carril"); en algunos casos, la transición puede efectuarse pasando del nivel inicial de gris a un estado óptico extremo, de ahí al estado óptico extremo opuesto, y solo entonces al estado óptico extremo final (este tipo de forma de onda puede denominarse, por conveniencia, forma de onda de "rebote de doble carril") - véase, por ejemplo, el esquema de accionamiento ilustrado en las Figuras 11A y 11B de la Patente de EE. UU. n.º 7.012.600 mencionada anteriormente. Las pantallas electroforéticas actuales pueden tener un tiempo de actualización en el modo de escala de grises de aproximadamente dos o tres veces la duración de un pulso de saturación (donde "la duración de un pulso de saturación" se define como el período de tiempo, a una tensión específica, que es suficiente para llevar un píxel de una pantalla de un estado óptico extremo al otro), o aproximadamente 700-900 milisegundos, mientras que un DUDS tiene un tiempo de actualización máximo igual a la duración del pulso de saturación, o de aproximadamente 200-300 milisegundos.

La variación en los esquemas de accionamiento, sin embargo, no se limita a las diferencias en el número de niveles de gris utilizados. Por ejemplo, los esquemas de accionamiento se pueden dividir en esquemas de accionamiento globales, donde se aplica una tensión de accionamiento a cada píxel en la región a la que se aplica el esquema de accionamiento de actualización global (más exactamente denominado esquema de accionamiento "global completo" o "GC") (que puede ser la pantalla completa o alguna porción definida de los mismos) y esquemas de unidades de actualización parcial, donde se aplica una tensión de excitación solo a los píxeles que experimentan una transición distinta de cero (es decir, una transición en la que los niveles inicial y final de gris difieren entre sí), pero no se aplica tensión de excitación durante las transiciones cero (en las que los niveles inicial y final de gris son los mismos). Una forma intermedia de un esquema de accionamiento (designado como un esquema de accionamiento "limitado global" o "GL") es similar a un esquema de accionamiento GC, excepto que no se aplica tensión de control a un píxel que está experimentando cero transición de blanco a blanco. En, por ejemplo, una pantalla utilizada como lector de libros electrónicos, mostrando texto negro sobre un fondo blanco, hay numerosos píxeles blancos, especialmente en los márgenes y entre líneas de texto que permanecen sin cambios de una página de texto a la siguiente; por ende, no reescribir estos píxeles blancos reduce sustancialmente el "destello" aparente de la reescritura de la pantalla. Sin embargo, ciertos problemas permanecen en este tipo de esquema de accionamiento GL. En primer lugar, como se ha descrito en detalle en algunas de las aplicaciones MEDEOD mencionadas anteriormente, los medios electro-ópticos biestables normalmente no son completamente biestables, y los píxeles colocados en un estado óptico extremo se desplazan gradualmente, durante un período de minutos a horas, hacia un nivel de gris intermedio. En particular, los píxeles accionados por el blanco se desplazan lentamente hacia un color gris claro. Por ende, si en un esquema de accionamiento GL se permite que un píxel blanco permanezca sin control durante una serie de vueltas de página, durante las que otros píxeles blancos (por ejemplo, aquellos que forman parte de los caracteres del texto) son accionados, los píxeles blancos recién actualizados serán ligeramente más claros que los píxeles blancos sin control y, finalmente, la diferencia se hará evidente incluso para un usuario no capacitado.

En segundo lugar, cuando un píxel no controlado se encuentra junto a un píxel que se está actualizando, se produce un fenómeno conocido como "hiperluminosidad", en el que el accionamiento del píxel accionado provoca un cambio en el estado óptico sobre un área ligeramente mayor que la del píxel accionado, y esta área se entromete en el área de los píxeles adyacentes. Tal hiperluminosidad se manifiesta como efectos de borde a lo largo de los bordes donde los píxeles no accionados se encuentran adyacentes a los píxeles accionados. Efectos de borde similares ocurren cuando se usan actualizaciones regionales (donde solo se actualiza una región particular de la pantalla, por ejemplo, para mostrar una imagen), excepto que con las actualizaciones regionales, los efectos de borde ocurren en el límite de la región que se está actualizando. Con el paso del tiempo, tales efectos de borde se vuelven visualmente molestos y deben eliminarse. Las imágenes fantasmas en los bordes son claramente visibles, por ejemplo, después de varias actualizaciones de la página de texto, seguidas de una actualización de una página en blanco en la que el contorno del texto anterior aparecerá más oscuro en comparación con el fondo. Hasta ahora, tales efectos de borde (y los efectos de la deriva de color en píxeles blancos no controlados) por lo general se han eliminado mediante el uso de una sola actualización de GC a intervalos. Desafortunadamente, el uso de una actualización de GC tan ocasional vuelve a presentar el problema de una actualización "parpadeante" y, de hecho, la ostentación de la actualización puede aumentar por el hecho de que la actualización parpadeante solo se produce a intervalos largos.

El documento US 2013/0194250 mencionado anteriormente describe técnicas para reducir el parpadeo y las imágenes fantasmas en los bordes. Una de esas técnicas, denominada método de "actualización general selectiva" o "SGU", implica accionar una pantalla electro-óptica 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 menor distinta de cero de los píxeles durante una primera actualización de la pantalla, 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, el primer esquema de accionamiento se aplica a una proporción menor diferente de cero de los píxeles, mientras que el segundo esquema de accionamiento se aplica a los píxeles restantes durante la segunda actualización. Normalmente, el método SGU se aplica para actualizar el fondo blanco que rodea el texto o una imagen, para que solo una pequeña proporción de los píxeles en el fondo blanco se actualicen durante cualquier actualización de pantalla, pero todos los píxeles del fondo se actualizan gradualmente para evitar la deriva del fondo blanco a un color gris sin necesidad de una actualización llamativa. Será evidente para los expertos en tecnología de pantallas electro-ópticas que la aplicación del método SGU requiere una forma de onda especial (en lo sucesivo denominada forma de onda "F") para los píxeles individuales que se van a actualizar en cada transición.

El documento US 2013/0194250 antes mencionado describe también un "esquema de accionamiento de transición blanco/blanco de par de pulsos equilibrados" o "BPPWWTDS", que implica la aplicación de uno o más pares de pulsos equilibrados (un par de pulsos equilibrados o "BPP" es un par de pulsos de accionamiento de polaridades opuestas de tal forma que el impulso neto del par de pulsos equilibrados es sustancialmente cero) durante las transiciones de blanco a blanco en píxeles que pueden identificarse como susceptibles de dar lugar a artefactos de borde, y están en una configuración espacio-temporal tal que el uno o más pares de impulsos balanceados serán eficaces para borrar o reducir el artefacto de borde. Deseablemente, los píxeles a los que se aplica el BPP se seleccionan de tal forma que el BPP queda enmascarado por otra actividad de actualización. Tenga en cuenta que la aplicación de uno o más BPP no afecta el equilibrio de CC deseable de un esquema de accionamiento, ya que cada BPP tiene inherentemente un impulso neto cero y, por lo tanto, no altera el equilibrio de CC de un esquema de accionamiento. Una segunda técnica de este tipo, denotada "esquema de accionamiento de pulso de relleno blanco/blanco" o "WWTOPDS", implica la aplicación de un pulso de "relleno" durante las transiciones de blanco a blanco en píxeles que pueden identificarse como propensos a generar artefactos de borde, y están en una configuración espacio-temporal tal que el pulso de relleno será eficaz en borrar o reducir el artefacto de borde. La aplicación de BPPWWTDS o WWTOPDS requiere nuevamente una forma de onda especial (en lo sucesivo denominada forma de onda "V") para los píxeles individuales que se van a actualizar en cada transición. Las formas de onda V y F normalmente solo se aplican a los 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. En consecuencia, cuando corresponde, las formas de onda V y F no vacías reemplazan las formas de onda vacías de blanco a blanco en un esquema de accionamiento limitado global.

Es necesario distinguir entre un *esquema de accionamiento* de actualización parcial (en el que al menos algunas transiciones cero usan formas de onda vacías) y un *modo* de actualización parcial de un controlador de accionamiento. Un modo de actualización parcial es una función del controlador mediante la que, cuando está activo, un píxel se elimina de la canalización de actualización si es una transición cero. Por ejemplo, si el estado inicial de un píxel era el nivel de gris 7 y el estado final también es el nivel de gris 7, entonces ese píxel no se asignará a una canalización de transición y podrá participar en otra actualización posterior en cualquier momento. En un modo de actualización parcial, solo las áreas en el siguiente búfer de imagen que difieren del búfer de imagen actual serán controladas por el esquema de accionamiento. Esto es especialmente útil cuando se superpone un elemento (tal como un icono, cursor o menú sobre una imagen existente (normalmente texto); la superposición se puede imprimir en el búfer de imagen y enviarse al controlador, pero sólo parpadeará el área del elemento superpuesto.

Como ya se ha indicado, el comportamiento de actualización parcial se puede expresar también mediante el diseño del esquema de accionamiento. Por ejemplo, un modo limitado global (GL) puede tener una transición de blanco a blanco vacía pero transiciones de gris a gris y de negro a negro no vacías, por lo que un fondo blanco no parpadeará cuando se superponga un menú, pero el texto no blanco parpadearía. Otros modos de forma de onda como DU y GU tienen todas las transiciones cero vacías. En este caso, el comportamiento de la pantalla será exactamente como se describe para el modo de actualización parcial, pero con una diferencia importante: los píxeles de transición cero no se eliminan de la canalización y deben controlarse con ceros durante toda la duración de la actualización.

Se puede imaginar un modo de actualización parcial selectivo en el que un píxel de transición cero puede eliminarse o no de la canalización de actualización (o como alternativa, recibir una forma de onda de transición cero) dependiendo de una decisión algorítmica. Este concepto puede generalizarse de la siguiente forma. Cada píxel de la pantalla tiene un indicador asociado que indica si ese píxel recibe o no una forma de onda adecuada. Los indicadores definen una máscara de actualización parcial (PUM) para toda la imagen en la que los indicadores se configuran como VERDADERO para los píxeles controlados y FALSO para los píxeles no controlados. Cualquier píxel que experimente una transición distinta de cero tiene un indicador VERDADERO, pero los píxeles que experimentan transiciones cero pueden tener indicadores VERDADERO o FALSO.

Surgen algunos problemas cuando las transiciones V y F antes mencionadas se utilizan con actualizaciones parciales. En primer lugar, se requieren dos estados de controlador de dispositivo adicionales para habilitar las transiciones V y F. Para simplificar, suponga que los estados 1-16 corresponden a los 16 niveles normales de gris, mientras que el estado 17 denota una transición V y el estado 18 una transición F. Un esquema de accionamiento se define para convertir cualquier estado inicial en cualquier estado final. En una forma del método, el búfer de imagen final se procesa previamente para determinar cuándo sustituir el estado 17 o 18 por el estado 16 (correspondiente a un nivel de gris blanco) de acuerdo con el algoritmo que se utilice. La imagen preprocesada se envía después al controlador de pantalla, donde se aplica la lógica de actualización parcial para eliminar los píxeles que experimentan transiciones cero de la canalización de actualización. Los píxeles que experimentan 16->16 transiciones (normal de blanco a blanco) se pueden eliminar de la canalización ya que esa transición está vacía en un modo GL. Sin embargo, los píxeles que experimentan 17->17 o 18->18 transiciones no deben eliminarse de la canalización, ya que es posible que el algoritmo necesite aplicar dos transiciones V o dos F sucesivamente al mismo píxel. Un aspecto que no forma parte de la presente invención proporciona un medio para lograr este objetivo tanto en las implementaciones del controlador como de la forma de onda.

Una cuestión más difícil es que las decisiones de usar transiciones V o F en un píxel se basan en los estados inicial y final de los píxeles adyacentes al píxel que se está considerando; en particular, en algunos casos, si los píxeles vecinos experimentan transiciones distintas de cero, se puede cambiar la decisión de usar transiciones V o F en el píxel que se está considerando. El uso de un modo de actualización parcial puede frustrar la capacidad del algoritmo para identificar correctamente los píxeles vecinos que no experimentan transiciones distintas de cero, lo que puede conducir a una eficacia reducida o incluso a la introducción de nuevos artefactos.

Un controlador también puede hacer uso de un "modo de actualización regional"; este modo es similar a un modo de actualización parcial excepto que solo los píxeles dentro de una región seleccionada de la pantalla se colocan en la canalización de actualización. Un modo de actualización regional se puede considerar como un caso específico de un modo de actualización parcial selectivo en el que la máscara de actualización parcial se establece en FALSO para cualquier píxel fuera de la región seleccionada. Sin embargo, las actualizaciones regionales requieren una manipulación especial, como se describe a continuación, porque normalmente solo los datos de la región seleccionada se transfieren al controlador.

El documento US 2007/0080926 A1 describe un método para accionar un dispositivo de visualización electroforético. En una forma del método allí descrito (véase Figura 4), los píxeles que no necesitan cambiar su estado óptico durante la reescritura de la pantalla se accionan mediante una forma de onda que comprende una sección de vibración (una serie de al menos dos pares de pulsos equilibrados) seguida de un pulso de accionamiento que lleva el píxel hacia el blanco, si el píxel es blanco o gris claro, o acciona el píxel hacia el negro, si el píxel es negro o gris oscuro.

La presente invención se refiere a la mejora del rendimiento de las pantallas a temperaturas superiores a la temperatura ambiente, por ejemplo, cuando se utiliza una pantalla en forma de lector de libros electrónicos al aire libre en verano. Tal y como ya se ha mencionado, el documento US 2013/0194250 describe un "esquema de accionamiento de transición blanco/blanco de par de impulsos equilibrados" o "BPPWWTDS". En algunos casos, por ejemplo, algunas pantallas electroforéticas funcionan a temperaturas de 30 °C y superiores, se ha demostrado que un BPPWWTDS es ineficaz para reducir todos los artefactos de borde. La Figura 1 muestra que el uso de un BPPWWTDS a 31 °C y 35 °C da como resultado una mejora cercana a cero en las puntuaciones de imágenes fantasma en los bordes después de diez iteraciones con el uso de un BPPWWTDS en comparación con el uso de un esquema de accionamiento que carece de pares de pulsos equilibrados. Si bien se ha observado que un BPPWWTDS es eficaz para reducir las imágenes fantasmas en los bordes en el área entre los píxeles adyacentes, como se ve en la Figura 2 (que muestra una microfotografía que ilustra los artefactos de borde observados a 45 °C después de diez iteraciones de llevar un bloque de píxeles a negro, como se ilustra en el lado izquierdo de la Figura 2, seguido del accionamiento del mismo bloque de píxeles a blanco, como se ilustra en el lado derecho, con el uso de un BPPWWTDS en los píxeles vecinos),

el problema es que los efectos adicionales que ocurren a estas temperaturas dan como resultado artefactos de borde que un BPPWWTDS no puede reducir. Por ejemplo, cuando un píxel se actualiza de blanco a negro con vecinos inactivos, se observan artefactos de borde de un píxel de ancho en sus vecinos en forma de oscurecimiento de píxeles y formación de borde exterior que puede describirse como una alta hiperluminosidad irreversible y puede explicarse por acoplamiento lateral. Estos efectos se acumulan con la cantidad de actualizaciones y rápidamente dan como resultado un oscurecimiento significativo en los píxeles vecinos. En los modos de operación de visualización que usan un BPPWWTDS, tales efectos pueden resultar en una disminución significativa en el rendimiento. Por ejemplo, en un modo de parpadeo bajo usando un BPPWWTDS destinado a mantener el nivel de luminosidad del estado blanco de fondo, tales efectos dan como resultado una disminución inaceptablemente alta en el nivel de luminosidad del estado blanco de más de 3L\* después de 24 actualizaciones a 45 °C, como se ve en la Figura 3.

La presente invención se refiere a un esquema de accionamiento desequilibrado de CC destinado a reducir significativamente las desventajas antes mencionadas del BPPWWTDS.

La presente invención (que en lo sucesivo se denominará "Invención BPPTOPWWTDS") combina en efecto las BPPWWTDS y WWTOPDS antes mencionadas al proporcionar un método de accionamiento de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. Este método de excitación de la presente invención puede denominarse, por comodidad, "esquema de excitación de transición blanco/blanco de par de pulsos equilibrados/pulso de relleno" o "BPPTOPWWTDS".

El BPPTOPWWTDS de la presente invención aplica un pulso de relleno solo cuando una pantalla está funcionando en un intervalo de temperatura particular, por ejemplo, 30 °C o más, donde un BPPWWTDS de la técnica anterior es ineficaz. La forma de onda BPPTOPWWTDS para transiciones de blanco a blanco puede comprender un número variable de pares de pulsos equilibrados en diferentes ubicaciones dentro de la forma de onda y un número variable de pulsos de relleno que pueden variar en ubicación dentro de la forma de onda en relación con los pares de pulsos equilibrados. Un solo pulso de relleno corresponde normalmente a un cuadro de pulso de accionamiento de color blanco. El uno o más pulsos de relleno pueden estar ubicados antes, después o entre los pares de pulsos equilibrados. En general, se prefiere que haya un solo pulso de relleno en la forma de onda de transición de blanco a blanco.

En el método de la presente invención, puede ser ventajoso aprovechar un esquema de accionamiento que tenga formas de onda para un número de niveles de gris mayor que los que están realmente presentes en la pantalla. Por ejemplo, si la pantalla utiliza solo diferentes niveles de gris, el esquema de accionamiento puede ser un esquema de accionamiento de cinco bits (32 niveles de gris) que aprovecha el espacio "vacío" adicional dentro del esquema de accionamiento para hacer frente a las diferentes transiciones de negro a negro descritas anteriormente. Un esquema de accionamiento de cinco bits permite 32 estados, para que cada uno de los 16 niveles de gris pueda usar dos estados diferentes. Por ejemplo, asumiendo los estados 1→32, el nivel de gris negro puede usar el estado 1, que se establece con una autotransición no vacía (1→1), así como el estado 2, que se establece con una autotransición vacía (2→2). La transición 1→2 está vacía y la transición 2→1 es una transición completa no vacía negro→negro.

Como se ha descrito anteriormente y en las aplicaciones MEDEOD mencionadas anteriormente, un esquema de accionamiento particular puede usarse solo en ciertas regiones de la pantalla, que puede ser rectangular o de forma arbitraria. Por tanto, la presente invención se extiende a un método de accionamiento y controlador en el que se usa un BPPTOPWWTDS en solo una de una pluralidad de regiones de una pantalla.

La presente invención proporciona también nuevos controladores de visualización dispuestos para llevar a cabo el método de la presente invención.

En el método de la presente invención, la pantalla puede hacer uso de cualquiera de los tipos de medios electro-ópticos discutidos anteriormente. Por tanto, por ejemplo, la pantalla electro-óptica puede comprender un elemento bicromático giratorio, material electrocrómico o electrohumectante. Como alternativa, la pantalla electro-óptica puede comprender un material electroforético que comprende una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente dispuestas en un fluido y capaces de moverse a través del fluido bajo la influencia de un campo eléctrico. Las partículas cargadas eléctricamente y el fluido pueden estar confinados dentro de una pluralidad de cápsulas o microceldas. Como alternativa, las partículas cargadas eléctricamente y el fluido pueden estar presentes como una pluralidad de gotitas discretas rodeadas por una fase continua que comprende un material polimérico. El fluido puede ser líquido o gaseoso.

Las pantallas de la presente invención se pueden utilizar en cualquier aplicación en la que se hayan utilizado pantallas electro-ópticas de la técnica anterior. Por tanto, por ejemplo, las presentes pantallas se pueden utilizar en lectores de libros electrónicos, ordenadores portátiles, tabletas informáticas, teléfonos móviles, tarjetas inteligentes, señales, relojes, etiquetas de estanterías, ventanas de transmisión variable y unidades flash.

Tal y como ya se ha mencionado, la Figura 1 de los dibujos adjuntos ilustra la eficacia de un BPPWWTDS de la técnica anterior a varias temperaturas.

La Figura 2 es una fotomicrografía que ilustra los artefactos de borde observados después de convertir un bloque de píxeles en negro, seguido del accionamiento del mismo bloque de píxeles a blanco, con el uso de un BPPWWTDS en

los píxeles vecinos.

La Figura 3 ilustra la luminosidad del estado blanco en función del número de actualizaciones utilizando un BPPWWTDS de la técnica anterior.

La Figura 4 es una curva de tensión frente al tiempo para una forma de onda BPPTOPWWTDS para transiciones de blanco a blanco.

La Figura 5 es una fotomicrografía similar a la de la Figura 2 pero utilizando un BPPTOPWWTDS de la presente invención.

La Figura 6 es un gráfico similar al de la Figura 3 pero que muestra los resultados obtenidos utilizando tanto un BPPWWTDS de la técnica anterior como un BPPTOPWWTDS de la presente invención.

La Figura 7 es un gráfico que muestra la variación de la luminosidad del estado blanco obtenida después de 24 actualizaciones desde un nivel de luminosidad del estado inicial de blanco en función del número de actualizaciones usando varios BPPTOPWWTDS de la presente invención.

La Figura 8 es un gráfico que muestra los niveles de gris obtenidos después de más de 50.000 actualizaciones utilizando un BPPTOPWWTDS de la presente invención.

Tal y como ya se ha mencionado, el aspecto BPPTOPWWTDS de la presente invención proporciona un esquema de accionamiento de transición blanco/blanco de par de pulsos equilibrados/pulso de relleno en el que los píxeles experimentan transiciones de blanco a blanco, identificado como probable que dé lugar a artefactos de borde, y en una configuración espacio-temporal tal que el esquema de accionamiento sea eficaz para borrar o reducir el artefacto de borde, se accionan utilizando una forma de onda que comprende al menos un par de impulsos equilibrados y al menos un pulso de relleno.

En la Figura 4 de los dibujos adjuntos se ilustra una forma de onda de blanco a blanco preferida para un BPPTOPWWTDS de la presente invención. Como se puede observar en la Figura 4, la forma de onda comprende un pulso de relleno inicial en forma de un solo marco negativo (que se vuelve blanco), seguido de dos marcos de tensión cero y cuatro pares de pulsos equilibrados sucesivos, cada uno de los que comprende un marco positivo (que se vuelve negro) seguido inmediatamente por uno negativo (que se vuelve blanco).

Se ha demostrado que el uso de un BPPTOPWWTDS de la presente invención es muy efectivo para reducir significativamente todos los artefactos de borde, tal y como se ilustra en la Figura 5, que debe compararse con la micrografía similar que se muestra en la Figura 2; se verá que esencialmente no hay artefactos de borde presentes en el lado derecho de la Figura 5, en contraste con los artefactos de borde muy prominentes visibles en el lado derecho de la Figura 2. Como resultado, el rendimiento de los esquemas de accionamiento no parpadeantes destinados a mantener el nivel de luminosidad del estado blanco de fondo puede mejorarse significativamente con una disminución observada en el nivel de luminosidad del estado blanco de menos de 0,5 L\* usando un BPPTOPWWTDS de la presente invención frente a más de 3L\* usando un BPPWWTDS de la técnica anterior después de 24 actualizaciones a 45 °C como se muestra en la Figura 6.

Las realizaciones preferidas de un BPPTOPWWTDS de la presente invención, que usan un solo pulso de relleno, pero varían el número de pares de pulsos equilibrados y la ubicación del pulso de relleno en relación con los pares de pulsos equilibrados, se ha observado que proporciona un amplio intervalo de posibles soluciones de forma de onda para operar a temperaturas de 28 °C a 45 °C, tal y como se ilustra en la Figura 7. En este caso, las soluciones aceptables corresponden a aquellas que resultan en delta L\* cero después de 24 actualizaciones en el modo de parpadeo bajo especial usando BPPTOPWWTDS. Los elementos de ajuste más significativos son la ubicación del pulso de relleno en relación con los BPP y el número de BPP, con un pequeño grado de ajustabilidad proporcionado por la ubicación de los BPP. Ubicar el pulso de relleno más cerca de los resultados de BPP en soluciones delta L\* más positivas, siendo la ubicación óptima el marco justo después de los BPP. Para una forma de onda de blanco a blanco BPPTOPWWTDS dada, se ha observado que la disminución de la temperatura da como resultado un delta L\* más positivo. Aunque un problema potencial podría ser que BPPTOPWWTDS pudiera crear soluciones con un delta L\* demasiado positivo (lo que significa que la pantalla se vuelve más y más blanca de forma descontrolada), ha sido posible evitar este problema simplemente aumentando el número de BPP en la forma de onda de blanco a blanco, lo que da como resultado un delta L\* menos positivo. La Figura 7 muestra que el BPPTOPWWTDS de la presente invención puede proporcionar buenos resultados en el intervalo de temperatura de 28 °C a 45 °C, mientras permite al mismo tiempo suficiente capacidad de ajuste para tener en cuenta la variabilidad del módulo experimentada en la producción comercial en masa de pantallas electroforéticas.

La presencia del pulso de relleno en el BPPTOPWWTDS de la presente invención hace que el esquema de accionamiento esté algo desequilibrado en CC y (como se analiza en varias de las aplicaciones MEDEOD antes mencionadas), Se sabe que los esquemas de unidades desequilibradas de CC pueden causar problemas significativos de confiabilidad de visualización y cambios significativos en el rendimiento del esquema de unidades. Sin embargo,

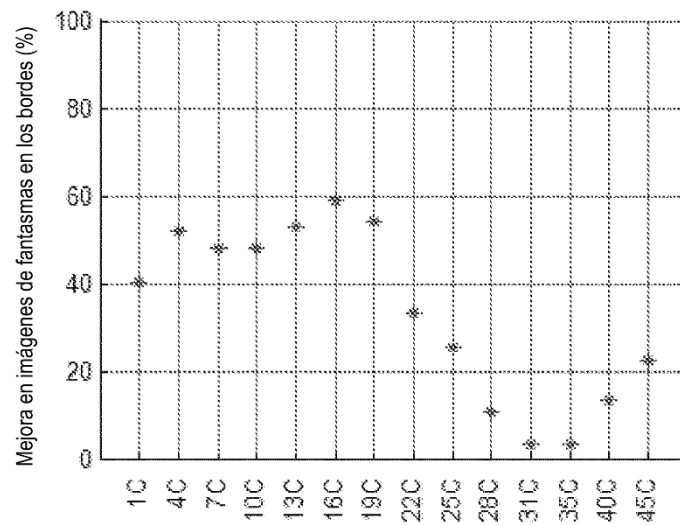
como ya se ha señalado, se puede lograr una reducción significativa en los artefactos de borde en las pantallas electroforéticas usando solo un pulso de relleno en la forma de onda de blanco a blanco BPPTOPWWTDS, lo que da como resultado (normalmente) un leve desequilibrio de CC de solo un marco blanco. Se han llevado a cabo experimentos de confiabilidad de uso que utilizan un modo de parpadeo bajo especial que hace uso de dicho BPPTOPWWTDS, y los resultados se muestran en la Figura 8. Como se muestra en esa Figura, después de más de 50.000 actualizaciones (se estima que corresponde a aproximadamente un año de uso del lector electrónico), solo se observaron ligeros cambios en los niveles de gris de entre  $+0,2L^*$  y  $-1,2L^*$ , y estos ligeros cambios podrían deberse a otros factores conocidos, como la llamada fatiga de la pantalla. Estos resultados, después de más de 50.000 actualizaciones, también muestran variaciones en el estado blanco y en el estado oscuro, desviaciones transitorias de 30 segundos de menos de  $0,5L^*$ . Estos resultados muestran que BPPTOPWWTDS con un pulso de relleno utilizado en modos especiales de flash bajo destinados a reducir los artefactos de borde y mantener el estado fondo blanco no causan problemas de confiabilidad. Esto se debe a que el esquema de accionamiento está ligeramente desequilibrado en CC y se utiliza en la pantalla de tal forma que los efectos potenciales del desequilibrio de CC están contenidos.

De lo anterior, se verá que el BPPTOPWWTDS de la presente invención puede extender significativamente el intervalo de temperatura sobre el que las pantallas electroforéticas pueden operar sin producir defectos de imagen, permitir que tales pantallas funcionen durante una gran cantidad de actualizaciones en el intervalo de temperatura de aproximadamente 30 a 45 °C sin estar sujetas al tipo de defectos de imagen a los que están sujetas las pantallas de la técnica anterior, lo que hace que las pantallas que utilizan el esquema de accionamiento sean más atractivas para los usuarios.

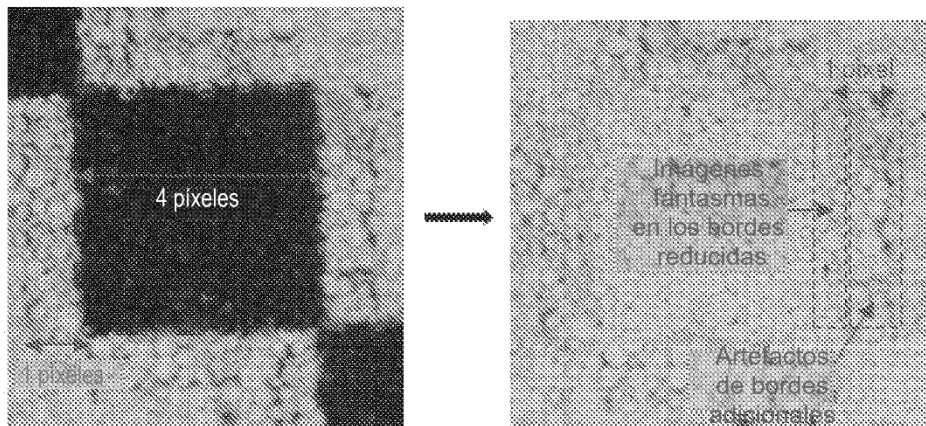
El método de la presente invención se puede "ajustar" para producir niveles de gris precisos usando cualquiera de las técnicas descritas en las aplicaciones MEDEOD mencionadas anteriormente. Por tanto, por ejemplo, la forma de onda utilizada puede incluir impulsos de excitación que tengan una polaridad opuesta a la de la forma de onda en su conjunto. Por ejemplo, cuando un píxel se acciona de blanco a un nivel de gris claro, la forma de onda normalmente tendrá una polaridad total que se vuelve negra. Sin embargo, para garantizar un control preciso del nivel final de gris claro, puede ser deseable incluir al menos un pulso de color blanco en la forma de onda. Asimismo, por razones similares, como se ha descrito en las aplicaciones MEDEOD antes mencionadas, a menudo es deseable incluir al menos un par de pulsos equilibrados (un par de pulsos de excitación de valor de impulso absoluto sustancialmente igual, pero de polaridad opuesta) y/o al menos un periodo de tensión cero en la forma de onda.

**REIVINDICACIONES**

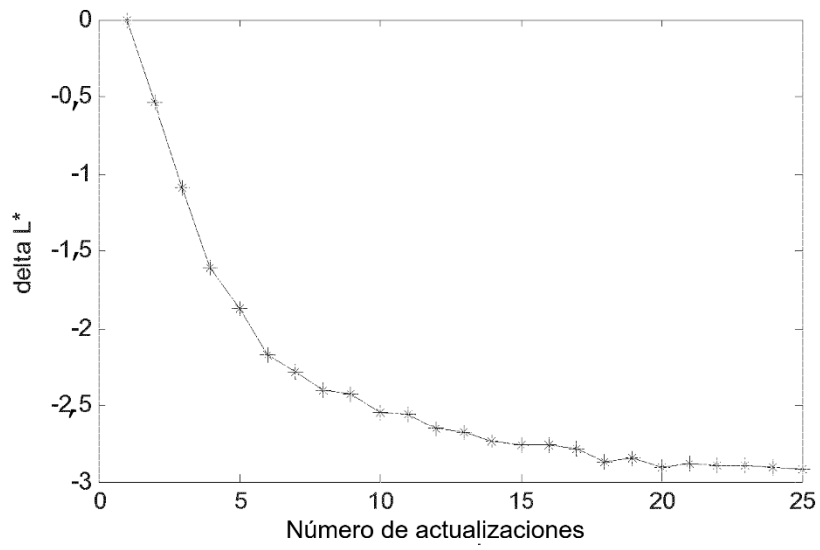
- 5 1. Un método para controlar una pantalla electro-óptica biestable que tiene una pluralidad de píxeles en donde, en un píxel que experimenta una transición de blanco a blanco y que se encuentra junto a al menos otro píxel que experimenta una transición de blanco a negro fácilmente visible, se aplica al píxel que pasa por dicha transición de blanco a blanco uno o más pares de pulsos equilibrados y al menos un pulso de relleno, comprendiendo el pulso de relleno un solo pulso de accionamiento de color blanco, en donde cada par de pulsos equilibrados comprende un par de pulsos de excitación de polaridades opuestas, de tal forma que el impulso neto del par de pulsos equilibrados es sustancialmente cero, estando el método caracterizado por que la combinación de uno o más pares de pulsos equilibrados y al menos un pulso de relleno se aplica solo cuando la pantalla está por encima de una temperatura predeterminada, y cuando la pantalla está por debajo de la temperatura predeterminada, en un píxel que experimenta una transición de blanco a blanco y que se encuentra junto a al menos otro píxel que experimenta una transición de blanco a negro fácilmente visible, se aplica al píxel uno o más pares de pulsos equilibrados, pero ningún pulso de relleno.
- 10
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde solo se aplica al píxel un solo pulso de relleno.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la temperatura predeterminada es de aproximadamente 30 °C.
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pantalla electroóptica biestable comprende un material electroforético que comprende una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente dispuestas en un fluido y capaces de moverse a través del fluido bajo la influencia de un campo eléctrico.
- 30 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 en donde, en el material electroforético, las partículas cargadas eléctricamente y el fluido están confinados dentro de una pluralidad de cápsulas o microceldas.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 en donde, en el material electroforético, las partículas cargadas eléctricamente y el fluido están presentes como una pluralidad de gotitas discretas rodeadas por una fase continua que comprende un material polimérico.
7. Un controlador de pantalla o pantalla electro-óptica dispuesta para llevar a cabo el método de la reivindicación 1.



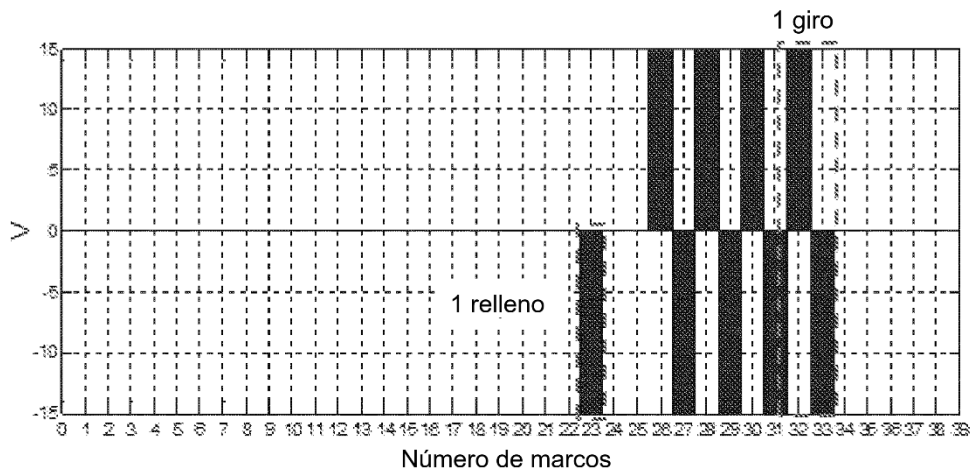
**Fig. 1**



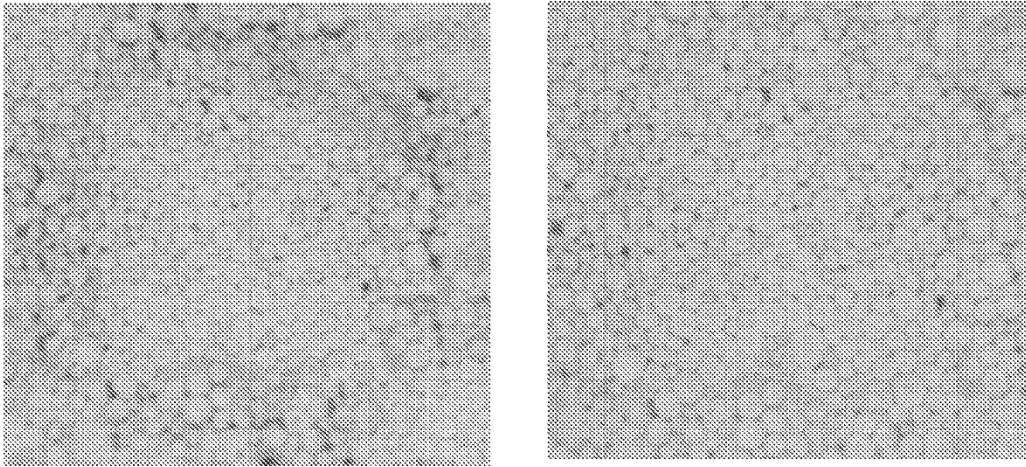
**Fig. 2**



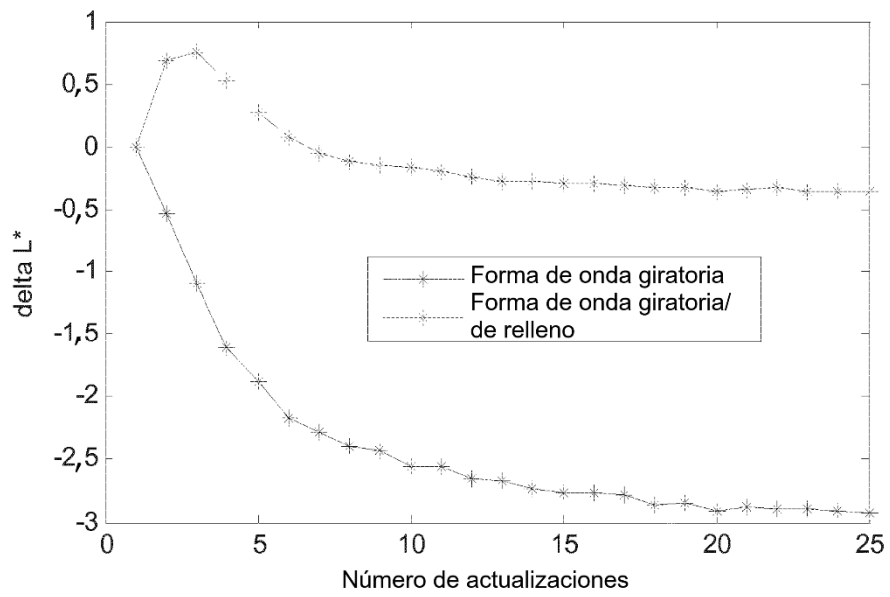
**Fig. 3**



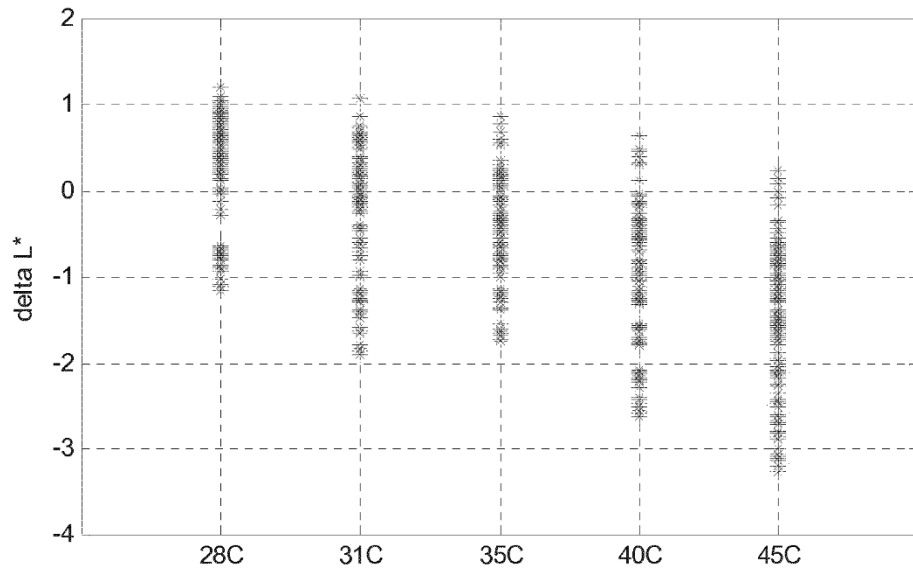
**Fig. 4**



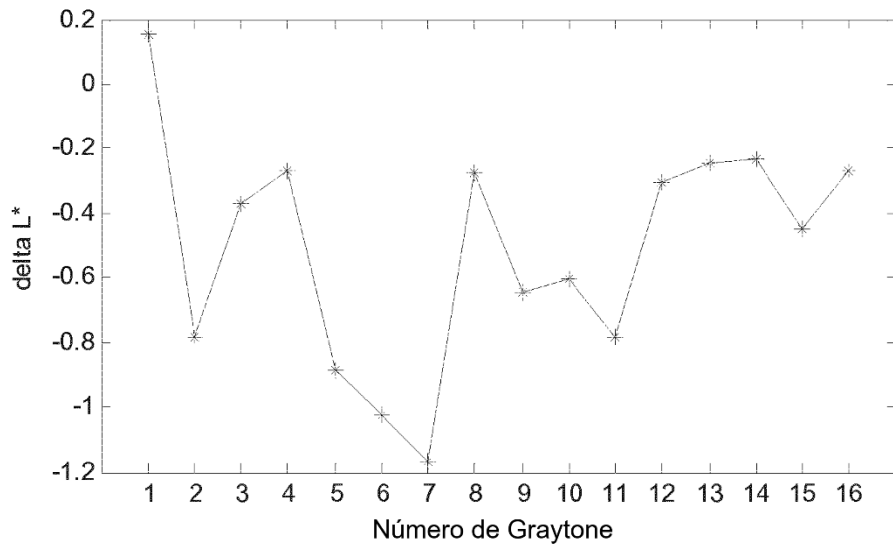
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**