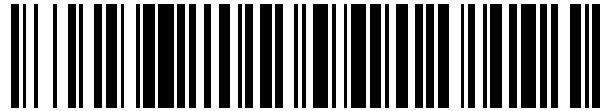


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 841**

51 Int. Cl.:

G02F 1/13 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2008 E 08873101 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2195705**

54 Título: **Dispositivo de pantalla**

30 Prioridad:

04.03.2008 GB 0804022

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

09.02.2016

73 Titular/es:

**SHARP KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
22-22, NAGAIKE-CHO, ABENO-KU
OSAKA-SHI, OSAKA 545-8522, JP**

72 Inventor/es:

**BROUGHTON, BENJAMIN JOHN;
EVANS, ALLAN;
GASS, PAUL ANTONY;
JONES, GRAHAM ROGER;
KAY, ANDREW;
WALTON, HARRY GARTH;
YASUMOTO, TAKASHI;
INAMORI, YOSHIMITSU y
MAEDA, KENJI**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 558 841 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

Dispositivo de pantalla

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de pantalla, tal como un dispositivo de pantalla de cristal líquido de matriz activa, que es intercambiable entre un modo de pantalla público y privado.

10 Antecedentes de la técnica

En un primer modo público de un dispositivo de pantalla que es intercambiable entre un modo de pantalla público y privado, el dispositivo se comporta normalmente como una pantalla estándar. Una única imagen se muestra mediante el dispositivo en una amplitud de ángulo de visualización lo más ancha posible, con un brillo, contraste de imagen y resolución óptimos para todos los espectadores. En el segundo modo privado, la imagen principal solo es discernible desde dentro de una amplitud reducida de ángulos de visión, normalmente centrados en el normal respecto a la superficie de la pantalla. Los espectadores que observan la pantalla desde el exterior de esta amplitud angular reducida percibirán o bien una segunda imagen enmascaradora que oscurece la imagen principal, o una imagen principal tan degradada que hace que sea ininteligible.

Este concepto puede aplicarse a muchos dispositivos donde un usuario puede beneficiarse de la opción de una función de privacidad en su dispositivo de visión ancha normalmente, para su uso en determinadas situaciones públicas donde se desea privacidad. Los ejemplos de tales dispositivos incluyen teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores portátiles, monitores de sobremesa, cajeros automáticos (ATM) y equipos de punto de venta electrónico (EPOS). Tales dispositivos también pueden ser beneficiosos en situaciones donde distrae y es, por tanto, poco seguro para determinados espectadores (por ejemplo, conductores o aquellos que manejan maquinaria pesada) el hecho de que puedan ver determinadas imágenes en determinados momentos, por ejemplo, en una pantalla de televisión de un coche mientras en coche está en movimiento.

30 Existen diversos métodos para añadir un aparato de control de luz en una pantalla de amplitud de visualización amplia naturalmente.

Una de tales estructuras para controlar la dirección de la luz es una película "apersianada". La película consiste en capas transparentes y opacas alternativas en una disposición similar a una persiana veneciana. Al igual que una persiana veneciana, permite el paso a través cuando la luz se desplaza en una dirección casi paralela a las capas, pero absorbe la luz que viaja en ángulos grandes con respecto al plano de las capas. Estas capas pueden ser perpendiculares a la superficie de la película o respecto a algún otro ángulo. Los métodos para la producción de tales películas se describen en los documentos USRE27617 (F.O. Olsen; 3M 1973), US4766023 (S.-L. Lu, 3M 1988), y US4764410 (R.F. Grzywinski; 3M 1988).

40 Existen otros métodos para realizar películas con propiedades similares a la película apersianada. Estas se describen, por ejemplo, en los documentos US05147716 (P.A. Bellus; 3M 1992), y US05528319 (R.R. Austin; Photran Corp. 1996).

45 Las películas apersianadas pueden colocarse enfrente de un panel de pantalla o entre una pantalla transmisiva y su luz de fondo para limitar la amplitud de ángulos desde los que puede verse la pantalla. En otras palabras, hacen que la pantalla sea "privada".

50 La limitación principal de tales películas es que necesitan manipulación mecánica, es decir, la retirada de la película, para cambiar la pantalla entre los modos de visualización públicos y privados.

Un método para cambiar del modo privado al público sin piezas móviles es montar una película de control de luz detrás del panel de pantalla, y colocar un difusor que puede activarse y apagarse electrónicamente entre la película de control de luz y el panel. Cuando el difusor está inactivo, la película de control de luz limita la amplitud de ángulos de visión y la pantalla se encuentra en modo privado. Cuando el difusor está activado, provoca que la luz que viaja en una amplia amplitud de ángulos pase a través del panel y la pantalla se encuentra en modo público. También es posible montar la película de control de luz enfrente del panel y colocar el difusor intercambiable enfrente de la película de control de luz para lograr el mismo efecto.

60 Los dispositivos de privacidad intercambiables de estos tipos se describen en los documentos US5831698 (S.W. Depp; IBM 1998), US6211930 (W. Sautter; NCR Corp. 2001) y US05877829 (M. Okamoto; Sharp K.K. 2001). Estos comparten la desventaja de que la película de control de luz siempre absorbe una fracción significativa de la luz incidente en ella, ya esté la pantalla en modo público o privado. La pantalla es por tanto ineficaz en su uso de la luz. Ya que el difusor extiende la luz a través de una amplia amplitud de ángulos en el modo público, estas pantallas son también más oscuras en el modo público que en el privado, a menos que la luz de fondo se haga más brillante para compensar.

Otra desventaja está relacionada con el consumo de energía de estos dispositivos. En el modo de funcionamiento público, el difusor está apagado. Esto significa a menudo que la tensión se aplica a un difusor intercambiable de cristal líquido disperso en polímero. Por tanto, se consume más energía en el modo público que en el modo privado. Esto es una desventaja para las pantallas que se usan la mayoría del tiempo en el modo público.

En el documento GB2413394 (Sharp), se construye un dispositivo de privacidad intercambiable añadiendo una o más capas de cristal líquido y polarizadores adicionales a un panel de pantalla. La dependencia del ángulo de visión intrínseco de estos elementos adicionales puede cambiarse alterando eléctricamente el cristal líquido de una manera conocida. Los dispositivos que utilizan esta tecnología incluyen los teléfonos móviles Sharp Sh851i y Sh902i.

El documento WO06132384A1 (Sharp, 2005) divulga el uso de una capa de cristal líquido adicional ubicada entre los polarizadores existentes de un panel de pantalla de cristal líquido (LCD). En esta ubicación, la célula adicional de intercambio puede modificar las curvas de escala de grises para la luz fuera del eje. Esto proporciona un mayor nivel de privacidad para las imágenes que en las técnicas divulgadas en documento GB2413394.

El documento GB24-39961 (Sharp) divulga el uso de un dispositivo de privacidad intercambiable construido añadiendo una capa adicional colestérica y polarizadores circulares a un panel de pantalla. La capa colestérica puede intercambiarse entre un modo público (vista amplia) y privado (vista estrecha) que puede proporcionar una privacidad azimutal de 360°.

Los métodos anteriores sufren las desventajas de que necesitan la adición de aparatos adicionales a la pantalla para proporcionar la funcionalidad de intercambiar eléctricamente la amplitud de ángulo de visión. Esto añade coste, y particularmente volumen a la pantalla, lo que es muy poco deseable, particularmente en aplicaciones de pantalla móvil tales como teléfonos móviles y ordenadores portátiles.

Los métodos para controlar las propiedades del ángulo de visión de una LCD intercambiando la capa de cristal líquido única de la pantalla entre dos configuraciones diferentes, donde ambas son capaces de mostrar una alta calidad de imagen al espectador sobre el eje, se describen en los documentos US20070040780A1 y GB 0721255.8 (GB2455061). Estos dispositivos proporcionan la función de privacidad intercambiable sin la necesidad de un espesor añadido de la pantalla, pero necesitan diseños complejos de electrodo de pixel y otras modificaciones de fabricación en una pantalla estándar.

Un ejemplo de un dispositivo de pantalla con una capacidad de modo de privacidad sin complejidad añadida de hardware de la pantalla es el teléfono móvil Sharp Sh702iS. Este usa una manipulación de los datos de imágenes mostrados en la LCD del teléfono, junto con las propiedades angulares de datos-luminancia inherentes en el modo de cristal líquido usado en la pantalla, para producir un modo privado en el que la información mostrada es ininteligible para los espectadores que observan la pantalla desde una posición fuera del centro. Sin embargo, la calidad de la imagen mostrada al espectador legítimo que se encuentra sobre el eje en el modo privado se encuentra severamente degradada. Un esquema similar al usado en el teléfono Sh702iS, pero que manipula los datos de imagen de una manera dependiente de una segunda imagen enmascaradora, y por tanto provoca que la imagen enmascaradora se perciba por parte del espectador fuera del eje cuando se muestra la imagen modificada, se aporta en el documento GB2428152A1 (y en el documento US 2007/0040780). Sin embargo, los métodos de procesamiento de imagen descritos en el anterior documento dependen considerablemente de que la curva de valor de datos respecto a luminancia no sea lineal para las direcciones de visión fuera del eje, lo que no es el caso de los modos de visualización LC modernos tales como "Vista Súper Avanzada" (ASV) (IDW'02 Digest, pág. 203-206) o Alineación Estabilizada de Polímero (PSA) (SID'01 Digest, págs. 1200-1203). Como resultado, el efecto de privacidad no es lo suficientemente fuerte en estas pantallas en algunas circunstancias para ocultar la imagen principal.

Por tanto, es aconsejable proporcionar una pantalla LCD de alta calidad que tenga capacidad de modo público y privado, en la que no se necesite ninguna modificación de la capa LC o de la geometría de electrodos de pixel de una pantalla estándar, que tenga un rendimiento de visualización sustancialmente inalterado (brillo, contraste, resolución, etc.) en el modo público, y que en el modo privado tenga un fuerte efecto de privacidad con una degradación mínima en la calidad de imagen sobre el eje.

El documento US 2007/0075950 divulga un dispositivo de visualización de cristal líquido que tiene un modo de pantalla de privacidad en el que se muestra una imagen de pantalla con la limitación de una amplitud de luminancia de la pantalla de la imagen de pantalla.

Divulgación de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un dispositivo de pantalla que comprende un panel de pantalla de cristal líquido para mostrar una imagen mediante modulación de luz espacial. La imagen se representa mediante una pluralidad de elementos de imagen teniendo cada uno un valor de datos de imagen. El dispositivo de pantalla comprende además un controlador de pantalla dispuesto para determinar una tensión de señal de aplicación en el panel para cada elemento de imagen dependiendo de su valor de datos de

imagen y un valor de datos secundario para el elemento, existiendo un mapeo predeterminado entre la imagen y los valores de datos secundarios y la tensión de señal. Los valores de datos secundarios están dispuestos para variar por la imagen para introducir variaciones en la luminancia como resultado del mapeo. El mapeo y los valores de datos secundarios están dispuestos mutuamente para tener en cuenta la tensión de señal en la respuesta de luminancia sobre el eje del panel para que las variaciones de luminancia introducidas en el eje tiendan a equilibrarse localmente a través de la realización de un promedio espacial a la vista de, y por tanto que no sería perceptible por, un espectador sobre el eje. El panel tiene además una relación no lineal de luminancia fuera del eje con luminancia sobre el eje, para que al menos algunas de las variaciones de luminancia introducidas fuera del eje no se equilibren localmente a través de la realización de un promedio espacial a la vista de, y que por tanto no serían perceptibles por, un espectador fuera del eje. Cada valor secundario comprende un valor de datos lateral y valores de datos espaciales. El controlador de pantalla comprende circuitería de mapeo con entradas respectivas para recibir el valor de datos de imagen, el valor de datos de lateral y el valor de datos espaciales para un elemento de imagen de la pluralidad, circuitería para buscar un valor almacenado dependiendo de los valores de datos de entrada, y una salida para enviar el valor almacenado, determinándose la tensión de señal para el elemento de imagen dependiendo del valor de salida. El valor de datos espaciales indica en cuál de los dos o más grupos de los valores almacenados se considera que está el elemento de imagen basándose en su posición espacial. Los valores de datos laterales forman juntos una imagen lateral que puede percibirse por parte de un espectador fuera del eje.

El mapeo y los valores de datos secundarios pueden estar dispuestos mutuamente de manera que, para cada uno de la pluralidad de grupos de elementos de imagen percibidos por un espectador con una única luminancia a través de la realización de un promedio espacial, cualquier incremento en luminancia introducido mediante el valor o valores de datos secundarios de un subconjunto de elementos en el grupo coincida sustancialmente con una disminución sustancialmente igual en la luminancia introducida mediante el valor o valores de datos secundarios de otro subconjunto de elementos en el grupo, al menos donde los valores de datos de imagen respectivos de los elementos en el subconjunto son iguales.

Al menos algunos de los grupos pueden comprender un par de elementos de imagen, estando dispuesto el valor de datos secundarios para uno de los elementos de imagen del par para introducir un incremento en luminancia de una cantidad, y estando dispuesto el valor de datos secundarios para el otro elemento de imagen del par para introducir una disminución en luminancia de sustancialmente la misma cantidad, al menos donde los valores de datos de imagen respectivos de los dos elementos de imagen del par son iguales.

El cambio de luminancia introducido mediante el valor de datos secundarios puede determinarse de manera que bien la luminancia resultante de uno de los elementos de imagen del par esté cerca de un máximo de luminancia o que la luminancia resultante del otro elemento de imagen del par esté cerca de una luminancia mínima.

La respuesta de luminancia sobre el eje del panel de pantalla puede no ser lineal con respecto a las variaciones en el valor de datos de imagen.

El valor de datos espaciales puede controlar al menos en parte si se introduce un incremento o disminución en luminancia por parte del valor de datos secundarios, y el valor de datos lateral puede controlar al menos en parte una cantidad del incremento o disminución en luminancia.

Los valores de datos laterales pueden formar en su conjunto una imagen lateral de distracción que se percibe por parte del espectador fuera del eje.

La imagen original puede estar escondida hasta cierto punto en la imagen percibida por parte del espectador fuera del eje, preferentemente escondida sustancialmente, para proporcionar un efecto de privacidad fuera del eje. En este sentido, la imagen percibida por parte del espectador fuera del eje puede ser diferente de la imagen original mediante la introducción de al menos cierto grado de información visualmente confusa, preferentemente un alto grado de información visualmente confusa.

El dispositivo de pantalla puede comprender medios para reducir la resolución de la imagen lateral, para introducir bloques localizados con valores de datos laterales de igual valor.

El mapeo puede incorporar una conversión de la imagen y de los valores de datos laterales a valores equivalentes y respectivos de luminancia dependiendo de una propiedad del panel de pantalla.

La propiedad puede comprender un valor gamma γ asociado con el panel de visualización, y en el que el valor de luminancia equivalente M_{LUM} de un valor de datos de imagen M_{in} se calcula como $M_{LUM} = M_{in}^{\gamma}$ y el valor de luminancia equivalente S_{LUM} de un valor de datos laterales S_{in} se calcula como $S_{LUM} = S_{in}^{\gamma}$, representándose cada uno de M_{LUM} , M_{in} , S_{LUM} y S_{in} en una escala de 0 a 1.

El mapeo puede incorporar una transformación del valor de luminancia equivalente para el valor de datos de imagen.

La transformación puede ser asimétrica.

- La transformación puede comprender una escala de traslación de la forma $M_{cmp} = \beta \cdot M_{Lum} + \delta$, donde β y δ son parámetros predeterminados respectivos de escala y traslación, M_{Lum} es el valor de luminancia equivalente para el valor de datos de imagen y M_{cmp} es el valor escalado y trasladado para el valor de datos de imagen, representándose M_{Lum} y M_{cmp} en una escala de 0 a 1.
- 5 β puede ser un valor entre 0,35 y 0,55. δ puede ser un valor entre 0,02 y 0,08.
- β puede ser un valor entre 0,42 y 0,5. δ puede ser un valor entre 0,03 y 0,07.
- 10 La transformación puede depender del valor de datos lateral.
- Pueden usarse diferentes valores para β y δ dependiendo del valor de datos lateral.
- 15 La relación de fuera del eje respecto a sobre el eje puede tener una primera sección que es más no lineal que una segunda sección, y un primer subconjunto de los elementos de imagen puede transformarse de una primera manera para que la amplitud de luminancia transformada tenga un primer grado de superposición con la primera sección, y un segundo subconjunto de los elementos de imagen puede transformarse de una segunda manera, diferente de la primera manera, para que la amplitud de luminancia transformada tenga un segundo grado de superposición con la primera sección, siendo el primer grado de superposición mayor que el segundo grado de superposición.
- 20 β puede sustituirse por $x \cdot \beta$, donde x toma un primer valor para aquellos valores de datos de imagen del primer subconjunto, y un segundo valor, diferente del primer valor, para aquellos valores de datos de imagen del segundo subconjunto.
- 25 El primer valor puede ser inferior que el segundo valor, tal como 0 y 1 para el primer y segundo valor respectivamente.
- El mapeo puede incorporar una transformación del valor de luminancia equivalente para el valor de datos lateral.
- 30 Las transformaciones pueden ser de la forma $S_{cmp} = S_{Lum} \times (0,5 - |M_{cmp} - 0,5|)$, donde S_{Lum} es el valor de luminancia equivalente para el valor de datos lateral y S_{cmp} es el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral, representándose S_{Lum} y S_{cmp} en una escala de 0 a 1.
- 35 Un valor mínimo mayor que cero puede especificarse para el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral.
- 40 El dispositivo de pantalla puede comprender circuitería para añadir o sustraer un múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral a/desde el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos de imagen, realizándose la elección entre adición y sustracción dependiendo del valor de datos espacial.
- El múltiplo puede ser 1.
- 45 Pueden usarse diferentes múltiplos para diferentes subconjuntos de elementos de imagen.
- 50 El dispositivo de pantalla puede comprender circuitería para sustraer un primer múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral para un primer subconjunto de elementos de imagen, y añadir un segundo múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral para un segundo subconjunto de elementos de imagen, siendo el número de elementos de imagen en el segundo subconjunto N veces que en el primer subconjunto, y siendo el primer múltiplo N veces el segundo múltiplo.
- 55 La relación de fuera del eje respecto a sobre el eje puede tener una primera sección que es más no lineal que una segunda sección, y en la que la cantidad de cambio de luminancia introducido mediante un valor de datos secundarios se determina para que sea mayor donde el valor de luminancia equivalente para un valor de datos de imagen se encuentra en la segunda sección que donde el valor de luminancia equivalente se encuentra en la primera sección.
- 60 El dispositivo de pantalla puede comprender circuitería para determinar el valor de datos espaciales a partir de la información espacial referente al elemento de imagen.
- La información espacial puede comprender coordenadas de imagen horizontales y verticales asociadas con el elemento de imagen.
- 65 Pueden proporcionarse menos valores de datos laterales que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos lateral para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.

Pueden proporcionarse menos valores de datos espaciales que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos lateral para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.

5 Pueden proporcionarse menos valores de datos secundarios que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos secundarios para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.

10 El dispositivo de pantalla puede comprender circuitería para filtrar la imagen, tal como se representa mediante los valores de datos de imagen, para añadir una cantidad de borrosidad preferentemente a cualquier característica de imagen de frecuencia mayor, tal como líneas.

El valor de salida puede usarse como la tensión de señal.

15 El panel de pantalla puede comprender una pluralidad de píxeles, cada uno con una pluralidad de componentes de color, y en el que cada elemento de imagen se asocia con tal componente de color individual.

Los elementos de imagen del par pueden relacionarse respectivamente con el mismo componente de color de diferentes píxeles.

20 Los elementos de imagen del par pueden ser de píxeles adyacentes horizontal o verticalmente.

Pueden usarse diferentes conversiones respectivamente para al menos dos componentes de color, basándose en diferentes propiedades respectivas del panel de pantalla asociadas con aquellos componentes.

25 El primer subconjunto puede comprender elementos de imagen desde diferentes píxeles respectivos, asociándose cada elemento de imagen del primer subconjunto con un componente de color diferente.

El dispositivo de pantalla puede comprender medios para incrementar la no linealidad de la relación de la luminancia fuera de eje con la luminancia sobre el eje.

30 Se apreciará que no es necesario un equilibrio local exacto de las variaciones de luminancia introducidas sobre el eje mediante los valores de datos secundarios para una operación satisfactoria de una realización de la presente invención, siendo necesario únicamente que las variaciones de luminancia tengan la tendencia de equilibrarse o cancelarse entre sí localmente. Por ejemplo, el dispositivo puede funcionar de manera que se logre un equilibrio de luminancia exacto solo en una región localizada donde los valores de datos de imagen son uniformes en esa región, ya que la cantidad de cambio de luminancia introducido mediante los valores de datos secundarios puede depender de los propios valores de datos de imagen. Ciertamente, los cambios introducidos en una realización de la presente invención están basados en luminancia más que en valores de datos, teniendo en cuenta el mapeo la respuesta de tensión de señal respecto a luminancia sobre el eje del panel para lograr este equilibrio de luminancia para los valores de datos secundarios que se introducen en el mapeo.

40 Una realización de la presente invención proporciona una pantalla de cristal líquido con una función de privacidad intercambiable. En el modo público, la pantalla funciona de una manera sustancialmente inalterada respecto a una LCD estándar, ya que por cada fotograma mostrado del vídeo, los datos que constituyen una única imagen se suministran al sistema electrónico de control de la pantalla, el sistema electrónico de control envía entonces una serie de tensiones de señal y señales de temporización a la agrupación de matriz activa de la pantalla, y estas tensiones reorientan el director de cristal líquido dentro de cada pixel de manera que la cantidad requerida de luz se transmita mediante cada pixel a través de los polarizadores de la pantalla para provocar que se muestre la imagen.

50 En el modo privado, el controlador de la pantalla envía tensiones de señal que son dependientes de las dos imágenes introducidas, la imagen principal para observación por parte del espectador legítimo sobre el eje, y una imagen lateral que puede elegirse para oscurecer la imagen principal para los espectadores fuera del eje o degradar la imagen principal cuando se ve fuera del eje. Debería apreciarse que el controlador de la pantalla todavía envía la misma cantidad de información de tensión de señal (una tensión por cada pixel en la pantalla) que en el modo público. Es simplemente que aquellas tensiones de salida dependen ahora de los valores de datos de imagen de dos imágenes de entrada en lugar de una.

60 El resultado de las tensiones de señal de salida es que la imagen principal todavía se percibe por parte del espectador sobre el eje, mientras que, debido a la respuesta de valor de datos respecto a luminancia de la pantalla que se diferencia sobre el eje y fuera del eje, la imagen lateral es percibida por parte del espectador fuera del eje, oscureciendo o degradando sustancialmente la imagen principal y por tanto haciendo que sea privada.

65 Una realización de la presente invención divulgada en el presente documento constituye una pantalla LCD con sistema electrónico de control modificado respecto al estándar para permitir enviar tensiones de señal que dependen de unan imagen en el modo público y de dos imágenes en el modo privado. También se constituyen relaciones específicas entre las tensiones de señal de salida y las dos imágenes de entrada que tienen como resultado que la imagen principal se observe por parte de un espectador sobre el eje con una calidad de imagen lo más cercana

posible a la que se observaría si la imagen principal se mostrara en el modo público, y la imagen lateral se observa simultáneamente por parte del espectador fuera del eje con un efecto óptimo de oscurecimiento o degradación de la imagen principal.

5 La implementación del método de procesamiento de imagen en el documento GB2428152A1 (anteriormente mencionado) se describe como una etapa adicional en el proceso del sistema electrónico de control de la pantalla, teniendo como resultado la generación de un conjunto de datos de "imagen combinada" que se introduce entonces en un conductor de la pantalla estándar. El presente solicitante ha apreciado que esto no es necesario, y la etapa
10 adicional puede eliminarse simplemente incorporando una versión expandida de la tabla de consulta existente, y una separación de fotograma incrementada para almacenar también la imagen lateral, en el sistema electrónico de control. Por tanto, no se necesita un procesamiento activo de las imágenes en el sistema electrónico de la pantalla.

Los anteriores y otros objetivos, características y ventajas de la invención se entenderán más fácilmente tras la consideración de la siguiente descripción detallada de la invención, tomada junto con los dibujos adjuntos.

15 Breve descripción de los dibujos

Figura 1: es un esquema de ejemplo de un panel de pantalla LCD estándar y un sistema electrónico de control asociado.

20 Figura 2: es un ejemplo de un valor de datos de controlador LCD estándar respecto a un mapeo de tensión de salida (tabla de consulta).

Figura 3: es un esquema de una pantalla de acuerdo con una realización de la presente invención que funciona en el modo público.

25 Figura 4: es un ejemplo de la tabla de consulta expandida necesaria para el funcionamiento de un dispositivo de acuerdo con una realización preferente.

Figura 5: es un esquema de una pantalla de acuerdo con una realización de la presente invención que funciona en el modo privado.

Figura 6: es un esquema que ilustra cómo una porción del sistema electrónico de control de una realización preferente puede implementarse en un circuito electrónico.

30 Figura 7: es un esquema adicional que ilustra cómo una porción del sistema electrónico de control de una realización preferente puede implementarse alternativamente en un circuito electrónico.

Figura 8: es un gráfico que ilustra la respuesta del valor de datos sobre el eje con respecto a luminancia y el método de funcionamiento de un dispositivo en la técnica anterior.

35 Figura 9: es un gráfico que ilustra la respuesta del valor de datos fuera del eje con respecto a luminancia y el método de funcionamiento de un dispositivo en la técnica anterior.

Figura 10: es un gráfico que muestra la respuesta del valor de datos medido sobre el eje y fuera del eje con respecto a luminancia de una pantalla LCD del modo de Cristal Líquido de Vista Súper Avanzada (ASV).

Figura 11: es un gráfico de los datos mostrados en la Figura 10, ajustados para mostrar la luminancia sobre el eje y fuera del eje como una función de la luminancia sobre el eje para todos los valores de datos.

40 Figura 12: es un gráfico que muestra los valores de luminancia equivalentes de salida resultantes como una función del valor de datos de imagen de entrada de acuerdo con una relación de transformación de una realización de la presente invención.

45 Figura 13: es un gráfico que muestra los valores de luminancia equivalentes de salida resultantes como una función del valor de datos de imagen de entrada de acuerdo con una relación de transformación de una realización adicional de la presente invención.

Figura 14: es un gráfico que muestra los valores de luminancia equivalentes de salida resultantes como una función del valor de datos de imagen de entrada de acuerdo con una relación de transformación de otra realización adicional de la presente invención.

50 Figura 15A: es un gráfico que ilustra tiempos de respuesta LC diferenciales en dos píxeles de pantalla que cambian a su valor promedio teniendo como resultado un cambio transitorio en su valor promedio.

Figura 15B: es un gráfico correspondiente al de la Figura 15A, que muestra el resultado de usar una profundidad de bits mayor de uno para los datos de imagen lateral.

55 Figura 16: es un esquema que ilustra variaciones en el diseño espacial de transformaciones en valores de luminancia de pixel equivalentes que mantienen el mismo valor promedio dentro de un grupo localizado, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Figura 17: es un diagrama de flujo de un proceso que ilustra el método para mostrar una imagen dependiente de dos imágenes de entrada, de acuerdo con una realización de la presente invención.

60 Figura 18: es un gráfico que ilustra el incremento de no linealidad de la curva de luminancia fuera del eje respecto a la luminancia sobre el eje de una LCD que puede obtenerse expandiendo la amplitud normal de tensiones de pixel operativas usadas, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Figura 19: es un gráfico que muestra los valores de luminancia equivalentes de salida resultantes como una función del valor de datos de imagen de entrada de acuerdo con una relación de transformación de otra realización adicional de la presente invención.

Mejor modo de realización de la invención

En una realización preferente, la pantalla consiste en una pantalla LCD estándar, con un sistema electrónico de control modificado. Una pantalla LCD consiste generalmente en diversas piezas componentes que incluyen:

1. Una unidad de retroiluminación para suministrar al panel una iluminación uniforme de ángulo amplio.
2. Un sistema electrónico de control para recibir datos de imagen digitales y tensiones de señal análogas de salida para cada pixel, así como impulsos de temporización y una tensión común para el contraelectrodo de todos los píxeles. Un esquema de una disposición estándar del sistema electrónico de control LCD se muestra en la Figura 1 (Ernst Lueder, Pantallas de cristal líquido, Wiley and sons Ltd, 2001).
3. Un panel LC, para mostrar una imagen mediante modulación de luz espacial, que consiste en dos sustratos de vidrio opuestos, sobre uno de los cuales está dispuesta una agrupación de electrodos de pixel y una agrupación de matriz activa para dirigir las señales electrónicas, recibidas desde el sistema electrónico de control, a los electrodos de pixel. Sobre el otro sustrato está dispuesto normalmente un electrodo común uniforme y una película de agrupación de filtro de color. Entre los sustratos de vidrio se contiene una capa de cristal líquido de un espesor determinado, normalmente 2-6 μm , que puede alinearse mediante la presencia de una capa de alineación en las superficies interiores de los sustratos de vidrio. Los sustratos de vidrio se colocarán generalmente entre películas de polarización cruzadas y otras películas de compensación óptica para provocar los cambios de alineación inducidos eléctricamente dentro de cada región de pixel de la capa LC para producir la modulación óptica deseada de luz desde la unidad de retroiluminación y los alrededores ambientales, y por tanto generar la imagen.

Una realización de la presente invención se representa esquemáticamente en la Figura 3, funcionando en un modo de pantalla pública. Generalmente, el sistema electrónico de control LCD (denominado en el presente documento también sistema electrónico de control), 1, se configurará específicamente con las características electroópticas del panel LC 2, para enviar tensiones de señal que dependen de los datos de imagen de entrada de manera que se optimiza la calidad percibida de la imagen mostrada, es decir, resolución, contraste, brillo, tiempo de respuesta, etc., para el espectador principal, 3, que observa desde una dirección normal con respecto a la superficie de la pantalla (sobre el eje). La relación entre el valor de datos de imagen de entrada para un pixel determinado y la luminancia observada que resulta de la pantalla (curva gamma) se determina mediante el efecto combinado del valor de datos respecto al mapeo de tensión de señal del conductor de la pantalla, y la respuesta de tensión de señal respecto a luminancia del panel LC.

El panel LC 2 se configurará generalmente con múltiples dominios LC por pixel y/o películas de compensación ópticas y pasivas para preservar la curva gamma de la pantalla lo más cerca posible a la respuesta sobre el eje para todos los ángulos de visión, proporcionando por tanto sustancialmente la misma calidad de imagen a una amplia región 5 de visualización. Sin embargo, es una propiedad inherente de las pantallas de cristal líquido que su respuesta electroóptica tenga una dependencia angular y que la curva gamma fuera del eje se diferencie inevitablemente de la que está sobre el eje. Siempre y cuando esto no tenga como resultado una inversión de contraste o un gran cambio de colores o una reducción de contraste, esto no tendrá como resultado generalmente un fallo obvio percibido en la imagen observada por parte del espectador 4 fuera del eje.

Cuando el dispositivo de esta realización funciona en el modo público, un conjunto de datos 6 de imagen principal, que constituyen una única imagen, se introduce en el sistema electrónico 1 de control, en cada periodo de fotograma. El sistema electrónico de control envía entonces un conjunto de tensiones de datos de señal al panel LC 2. Cada una de estas tensiones de señal se dirige mediante la agrupación de matriz activa del panel LC al electrodo de pixel correspondiente y la respuesta electroóptica colectiva resultante de los píxeles en la capa LC genera la imagen.

El sistema electrónico de control tiene un único mapeo de valor de datos de pixel de entrada respecto a la tensión de datos de pixel de salida (tabla de consulta), del que se aporta un ejemplo conocido en la Figura 2, que se aplica al proceso para todos los píxeles. En algunos casos, puede usarse una tabla de consulta diferente para los subpíxeles rojos, verdes y azules de la pantalla, pero no existe variación en el mapeo de los datos introducidos respecto a la tensión de salida basándose en la posición espacial de los datos de pixel dentro de la imagen, o el electrodo de pixel dentro de la pantalla. Por tanto, la misma imagen se percibe sustancialmente por parte del espectador 3 sobre el eje y los espectadores 4 fuera del eje, y puede decirse que la pantalla está funcionando en un modo de visualización amplia. Esta situación se ilustra en la Figura 3, y puede decirse que es el método estándar de funcionamiento para una LCD.

Tal como se ilustra esquemáticamente en la Figura 5, cuando el dispositivo funciona en el modo privado, se introducen dos conjuntos de datos de imagen en el sistema electrónico 1 de control en cada periodo de fotograma: unos datos 7 de imagen principal, que constituyen una imagen principal, y datos 8 de imagen lateral, que constituyen una imagen lateral.

El sistema electrónico de control envía entonces un conjunto de tensiones de datos de señal, una tensión de datos para cada pixel en el panel LC al igual que anteriormente. Sin embargo, el sistema electrónico de control (controlador de la pantalla) utiliza ahora una tabla de consulta (LUT) expandida y la tensión de datos de señal de

salida para cada pixel en el panel LC, que constituye una imagen combinada, depende de los valores de datos para el pixel correspondiente (en términos de posición espacial en la imagen) tanto en las imágenes principales 7 como laterales 8. La tensión de datos de salida para cada pixel también depende de un tercer parámetro determinado por la posición espacial del pixel dentro de la pantalla. Un ejemplo de tal LUT expandida aparece en la Figura 1.

5 De esta manera, el sistema electrónico de control LCD se modifica para recibir, y almacenar en una memoria, dos imágenes, en lugar de una, por periodo de fotograma, y también para mapear los valores de datos de dos imágenes de entrada en una única tensión de salida por pixel, teniendo también en cuenta un tercer parámetro dependiente espacialmente, en este mapeo. En este caso, el mapeo de los datos de imagen de entrada respecto a la tensión de
10 pixel de salida ya no es idéntico para todos los píxeles, o incluso todos los subpíxeles del mismo componente de color, en la pantalla.

El tercer parámetro, dependiente espacialmente, es un valor de "bandera" que indica en cuál de dos o más grupos se considera que está el pixel basándose en su posición espacial. Por ejemplo, puede decirse que los píxeles en columnas numeradas impares en la agrupación de imagen forman un grupo y los píxeles en las columnas pares forman otro. Los grupos también podrían constituir filas de píxeles pares e impares, o quizás las dos partes de una
15 disposición de cuadros de la agrupación de pixel, etc.

La tensión de salida desde el sistema electrónico 1 de control provoca entonces que el panel LC 2 muestre una imagen combinada que es la imagen principal cuando se observa por parte de un espectador principal 3, con una degradación mínima de la calidad de la imagen principal. Sin embargo, debido a la diferente curva gamma característica del panel LC para los espectadores 4 fuera del eje, estos observadores fuera del eje perciben la imagen lateral más prominentemente, lo que oscurece y/o degrada la imagen principal, asegurando la información de la imagen principal para los espectadores dentro de un cono restringido de ángulos centrados en el normal 9 de
20 la pantalla. Esta situación se ilustra en la Figura 5.

Puede considerarse que la imagen principal 7 se representa mediante una pluralidad de elementos de imagen, teniendo cada uno un valor de datos de imagen. El sistema electrónico de control está dispuesto para determinar la tensión de señal de aplicación en el panel para cada elemento de imagen dependiendo no solo de su valor de datos de imagen, a partir de la imagen principal 7, sino también de un valor de datos secundarios asociado con el elemento. Puede considerarse que el valor de datos secundarios compromete un valor de datos espacialmente correspondiente a partir de la imagen lateral 8 (valores de datos laterales) junto con uno espacialmente correspondiente de los terceros parámetros antes mencionados (valores de datos espaciales).
30

La tabla de consulta define un mapeo predeterminado entre los valores de datos (de imagen y secundarios) y la tensión de señal. Los valores de datos secundarios están dispuestos para variar por la imagen para introducir variaciones en luminancia como un resultado del mapeo, tanto sobre como fuera del eje.
35

El mapeo y los valores de datos secundarios están dispuestos mutuamente para tener en cuenta la respuesta de tensión de señal respecto a luminancia sobre el eje del panel para que las variaciones de luminancia introducidas sobre el eje tiendan a equilibrarse localmente a través de la realización de un promedio espacial respecto a un espectador sobre el eje. Por tanto, las variaciones de luminancia sobre el eje tienden a no poder percibirse por parte de un espectador sobre el eje.
40

Por otro lado, con el panel que tiene una relación no lineal de luminancia fuera del eje respecto a luminancia sobre el eje, al menos algunas de las variaciones de luminancia introducidas fuera del eje no se equilibran localmente a través de la realización de un promedio espacial respecto al espectador fuera del eje, y por tanto no pueden percibirse por parte del espectador fuera del eje.
45

Mientras que el valor de datos espaciales controla, al menos en parte, si se introduce un incremento o disminución de luminancia por parte del valor de datos secundarios, el valor de datos lateral, controla, al menos en parte, la cantidad de incremento o disminución de luminancia. Puede considerarse que los valores de datos laterales forman en su conjunto una imagen lateral de distracción que se percibe por parte del espectador fuera del eje.
50

Para un grupo de elementos de imagen que se percibe por un espectador como una única luminancia a través de la realización de un promedio espacial, cualquier incremento en luminancia introducido por parte de valor o valores de datos secundarios de un subconjunto de elementos en el grupo está dispuesto para coincidir con una disminución sustancialmente igual en luminancia introducida por un valor o valores de datos secundarios de otro subconjunto de elementos en el grupo (este es el caso, al menos, donde los valores respectivos de datos de imagen de los elementos en los subconjuntos son iguales).
55
60

Por ejemplo, tal grupo puede comprender solamente un par de elementos de imagen, en cuyo caso el valor de datos secundario para uno de los elementos de imagen del par está dispuesto para introducir, a través del mapeo, un incremento en luminancia de una cierta cantidad, mientras que el valor de datos secundario para el otro elemento de imagen del par está dispuesto, a través del mapeo, para introducir una disminución en luminancia de
65

sustancialmente la misma cantidad (de nuevo, al menos donde los valores de datos de imagen respectivos de los dos elementos de imagen del par son iguales).

5 Puede disponerse que se proporcionen menos valores de datos secundarios (uno o ambos valores de datos espaciales y laterales) que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos secundario para una pluralidad de diferentes valores de datos imagen.

10 Debería apreciarse que, donde el panel de pantalla comprende una pluralidad de píxeles que tienen una pluralidad de componentes de color, el término "elemento de imagen" tal como se usa en el presente documento puede interpretarse como refiriéndose a uno de tales componentes de color individuales. Además, pueden aplicarse diferentes procesamientos respectivamente para al menos dos componentes de color, basándose en diferentes propiedades respectivas del panel de pantalla asociado con aquellos componentes.

15 El formato de la tabla de consulta expandida requerido para el funcionamiento del dispositivo de la manera descrita se muestra en la Figura 4. Tal como puede verse, se suministra una tensión de salida para todas las combinaciones del valor de datos de pixel de imagen principal, el valor de datos de pixel de imagen lateral, modo de privacidad activado/desactivado, y el valor de grupo espacial. Toda la tabla de consulta no se muestra, ya que la imagen principal tendrá normalmente datos de 8 bits, lo que da 256 posibles valores, para uno de los cuales existen cinco posibles combinaciones de los anteriores parámetros (si el modo de privacidad está desactivado, no hay que referirse a la imagen lateral y a los valores de parámetro espaciales). Un ejemplo de una LUT convencional se muestra para comparación en la Figura 2. Debería apreciarse que la realización no se limita a los datos de 1 bit para la imagen lateral, y que las imágenes principal y lateral de cualquier profundidad de bits de color tienen cabida en el dispositivo; incrementar la profundidad de bits de color simplemente requerirá un incremento en la cantidad de memoria necesaria.

25 Un diagrama de circuito de ejemplo que ilustra cómo puede implementarse la funcionalidad añadida proporcionada por la LUT expandida de la Figura 4 en el sistema electrónico del controlador de la pantalla se muestra en la Figura 6. La Figura 6 muestra la circuitería de mapeo que tiene respectivas entradas para recibir los valores de datos de imagen principal y los valores de datos secundarios (los valores de datos de imagen lateral y los valores de datos espaciales), circuitería (LUT) para buscar un valor almacenado dependiendo de los valores de datos de entrada, y una salida para enviar el valor almacenado (tensión R, tensión G, tensión B), determinándose la tensión de señal para el elemento de imagen dependiendo del valor de salida (en la Figura 6, la tensión de señal es igual al valor de salida, aunque esto no tiene por qué ser así). El circuito muestra el sistema electrónico de control para un único pixel blanco, con subpíxeles rojos, verdes y azules. Debería apreciarse que aunque este diagrama asume datos de imagen laterales monocromáticos, y por tanto el valor de entrada para los subpíxeles R, G y B es el mismo, este no es necesariamente el caso. Además, puede verse a partir de la Figura 6 que la separación de los píxeles en grupos de acuerdo con el parámetro espacial en estos ejemplos se realiza mediante una salida a partir del controlador de parámetro espacial en la LUT de cada subpixel. Esto permite una reconfiguración dinámica de los agrupamientos espaciales que puede ser ventajosa, para revertir la polaridad de los agrupamientos en periodos de tiempo secuenciales, o para alterar la disposición espacial de los agrupamientos en la imagen para diferentes aplicaciones. Este también es el caso en el que si el diseño de los agrupamientos espaciales en la imagen debe ser fijo, únicamente una única salida de parámetro espacial sería necesaria y la selección de agrupamientos podría conectarse directamente al sistema electrónico de control mediante la presencia o no de un inversor en la entrada de la línea de datos del parámetro espacial en la LUT de cada subpixel.

45 La Figura 7 ilustra un ejemplo adicional de una implementación potencial del sistema electrónico de control modificado del dispositivo. Esta disposición es un equivalente simplificado del circuito más general en la Figura 6, para el caso especial en el que el mapeo de los datos de entrada respecto a la tensión de salida es el mismo en el modo público que en el modo privado cuando el valor de datos de imagen lateral es 0. La imagen en modo público es por tanto equivalente a la imagen en modo privado con una imagen lateral uniforme de píxeles de valor de datos 0, y se elimina la necesidad de una entrada separada de Modo Privado Activado/Desactivado.

50 Los ejemplos mostrados en la Figura 6 y la Figura 7 incluyen circuitería para determinar el valor de datos espaciales desde la información espacial referente al elemento de imagen, donde en estos ejemplos la información espacial comprende coordenadas de imagen horizontal y vertical asociadas con el elemento de imagen, representadas mediante las señales horizontales y verticales H y V respectivamente. La señal DCLK mostrada en las Figuras 6 y 7 es una señal de temporización.

55 Habiendo descrito las modificaciones del sistema electrónico de control de pantalla estándar de una LCD que son necesarias para proporcionar la función de privacidad intercambiable, aún queda describir ejemplos de las relaciones entre datos de entrada y tensión de salida almacenados en dicho sistema electrónico de control modificado que producen el efecto de privacidad deseado (aunque se apreciará que las anteriores modificaciones de hardware se aplicarán igualmente donde se emplean otras relaciones de datos de entrada respecto a tensión de salida).

65

La solicitud de patente GB2428152A1 antes mencionada describe el uso de un dispositivo de procesamiento de imagen para modificar los valores de datos de imagen de una imagen de entrada, de acuerdo con los valores de datos de pixel correspondientes de una imagen secundaria, para producir un efecto de privacidad. En esa divulgación, la relación entre los valores de datos de imagen de entrada y salida se describe como sigue:

5 La imagen principal se comprime mediante un factor β , y se centra alrededor del valor de datos de punto intermedio de la amplitud. Por ejemplo, si la imagen principal tiene valores de datos desde 0 a 255, los valores de entrada $M_{in}(x,y,c)$ se transforman en valores de salida $M_{cmp}(x,y,c)$ mediante la relación

$$\frac{M_{cmp}(x,y,c)}{255} = \beta \left(\frac{M_{in}(x,y,c)}{255} \right) + \frac{1-\beta}{2},$$

10 donde x e y son las coordenadas espaciales de cada pixel en la agrupación de imagen, y c es el componente de color (R, G o B) del pixel. La imagen secundaria $S_{in}(x,y,c)$ se comprime entonces mediante un factor $(1-\beta)/2$, es decir, para proporcionar una imagen secundaria comprimida

$$S_{cmp}(x,y,c) = \left(\frac{1-\beta}{2} \right) S_{in}(x,y,c).$$

15 Las dos imágenes se combinan entonces añadiendo y sustrayendo alternativamente el valor de datos de imagen secundario y comprimido a/desde el valor de datos de imagen principal comprimido para sucesivos píxeles. Por ejemplo, los valores de datos de pixel en columnas impares de la agrupación de imagen combinada tienen valores de datos de salida $C(x = \text{impar}, y, c) = M_{cmp}(x = \text{impar}, y, c) + S_{cmp}(x = \text{impar}, y, c)$, y los píxeles en las columnas pares de la imagen tienen valores de datos de salida $C(x = \text{par}, y, c) = M_{cmp}(x = \text{par}, y, c) - S_{cmp}(x = \text{par}, y, c)$.

20 Si la respuesta de valor de datos respecto a luminancia de la pantalla es sustancialmente lineal para el espectador sobre el eje, entonces el valor de luminancia promedio de los píxeles cercanos en la imagen, por ejemplo, $C(x,y,c)$ y $C(x+1,y,c)$, será igual a la luminancia promedio del mismo par de píxeles en la imagen principal comprimida, con un valor de datos M_{cmp} . Si el ángulo sólido delimitado mediante el área de los píxeles en la pantalla desde el ojo del observador es suficientemente pequeño, entonces el ojo percibirá este valor de pixel promedio, y el espectador sobre el eje percibirá la imagen mostrada como sustancialmente la imagen principal comprimida. Esta situación se ilustra en la Figura 8.

25 Sin embargo, para los espectadores fuera del eje, la respuesta del valor de datos respecto a luminancia de la pantalla será diferente de la respuesta lineal sobre el eje. En este caso, aunque los valores de datos de los píxeles cercanos en la imagen combinada todavía son promedios con respecto al mismo valor de datos promedio de los píxeles correspondientes en la imagen principal comprimida, las luminancias observadas no serán promedias respecto al mismo valor. La luminancia promedio de cualquier par determinado de píxeles variará ahora con los valores de datos del par de píxeles correspondientes de la imagen secundaria. La discrepancia entre la luminancia promedio del par de píxeles en la imagen combinada y en la imagen principal comprimida es proporcional a los valores de datos de imagen secundaria para ese par de píxeles. Por este motivo, los espectadores fuera del eje percibirán que la imagen secundaria oscurece la imagen principal. Este efecto se ilustra en la Figura 9.

30 Sin embargo, puede verse que para generar un fuerte efecto de privacidad, el contraste de la imagen secundaria según se percibe por parte de un espectador fuera del eje debería ser lo más grande posible. Esto depende de tener una gran discrepancia entre la luminancia promedio de un par de píxeles en la imagen combinada, y en la imagen principal comprimida, para regiones de imagen donde la imagen secundaria tiene altos valores de datos. Esta discrepancia puede maximizarse teniendo un gran factor de compresión de imagen principal β , y por tanto un valor máximo grande de S_{cmp} . Un gran factor β , sin embargo, tiene como resultado una imagen principal fuertemente comprimida y por tanto degradada, lo que es indeseable. La producción de un modo de privacidad eficaz con el método tal como se describe en el documento GB2428152A 1, sin comprometer excesivamente la calidad de la imagen principal, depende por tanto de una respuesta considerablemente no lineal del valor de datos fuera del eje respecto a luminancia.

35 La respuesta del valor de datos medido respecto a luminancia de una pantalla de teléfono móvil, con panel LC en modo ASV, se muestra en la Figura 10. Tal como puede verse, la respuesta sobre el eje no es lineal. Si el valor de nivel de gris y la respuesta de luminancia se normalizan con valores entre 0 y 1, la respuesta se aproxima a una ley de potencias, con luminancia L que depende del valor de datos D respecto a alguna potencia, γ : $L = D^\gamma$. En el caso de la pantalla de la figura, $\gamma \approx 2.4$. En este caso, añadir y sustraer valores de datos iguales a/desde píxeles adyacentes en la imagen principal comprimida no producirá un valor de luminancia promedio igual a la luminancia promedio de los mismos píxeles en la imagen principal comprimida, incluso para el espectador sobre el eje, por lo que se observará una imagen degradada. Para preservar la calidad de la imagen para el espectador sobre el eje, debe añadirse o sustraerse una luminancia igual, no unos datos iguales.

40 Si las luminancias sobre el eje y fuera del mismo se trazan como una función de la luminancia sobre el eje (siendo la luminancia sobre el eje una línea recta, trazada contra sí misma) como en la Figura 11, puede verse que el trazo de curvatura de la luminancia fuera del eje frente a la luminancia sobre el eje determina la fuerza del efecto de privacidad al igual que anteriormente. Tal como puede verse en la figura, en una pantalla ASV, esta curvatura no es grande, especialmente por encima de un 50 % de brillo, por lo que una compresión directa de las imágenes principal

y secundaria, antes de la combinación alternativa de adición/sustracción, tal como se describe en el documento GB2428152A1, no producirá un efecto de privacidad satisfactorio. Este problema se agrava en el caso donde la imagen principal es en gran parte blanca, y por tanto tendrá valores comprimidos en la región lineal de alta luminancia de la curva de luminancia fuera del eje respecto a luminancia sobre el eje.

5 Por tanto, para optimizar el efecto de privacidad para una pantalla LCD con una curva no lineal de valor de datos sobre el eje respecto a luminancia, como en la línea continua en la Figura 10, y también una curva débil y no lineal de luminancia fuera del eje con respecto a luminancia sobre el eje, como la línea discontinua en la Figura 11, ahora se detalla un método mejorado de determinación de la relación entre los datos de pixel de imagen de entrada y las luminancias de pixel de imagen resultantes tal como se muestra en el panel LC:

10 En una realización preferente, tanto la imagen principal como secundaria tienen sus valores de datos de pixel convertidos a valores de luminancia equivalentes dependiendo de una propiedad del panel de pantalla. Por ejemplo, donde la propiedad es la gamma de la pantalla, las conversiones para las imágenes principal y secundaria pueden expresarse respectivamente como $M_{Lum}(x, y, c) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma}$ y $S_{Lum}(x, y, c) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma}$.

15 En una segunda etapa, estos valores de luminancia de la imagen principal se transforman, preferentemente de manera simétrica, para permitir preservar el contraste o brillo de la imagen principal. Por ejemplo, los valores de luminancia de la imagen principal de una realización preferente se comprimen por un factor β y se elevan por un factor de desviación δ : $M_{cmp}(x, y, c) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, c) + \delta$. Cada valor de luminancia de pixel en la imagen lateral se transforma entonces escalando mediante un factor igual a la diferencia entre el valor de luminancia del pixel correspondiente en la imagen principal comprimida y el borde de la amplitud (0 o 1, el que esté más cerca). Esta diferencia puede obtenerse para cualquier valor de luminancia a partir de la media cuadrática de la diferencia entre el valor y el centro de la amplitud. Por tanto, los valores de luminancia de imagen lateral se escalan como

20
$$S_{cmp}(x, y, c) = S_{Lum}(x, y, c) \cdot \left(0.5 - \sqrt{(M_{cmp}(x, y, c) - 0.5)^2} \right)$$
 . Un valor mínimo mayor que cero puede especificarse para el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales.

25 En lo anterior, $\sqrt{(M_{cmp}(x, y, c) - 0.5)^2}$ es equivalente a $|M_{cmp}(x, y, c) - 0.5|$, que es la cantidad absoluta por la que $M_{cmp}(x, y, c)$ se diferencia de 0,5.

30 Por tanto, asumiendo que $S_{Lum}(x, y, c)$ se establece en 1, entonces:

- cuando $M_{cmp}(x, y, c) > 0,5$ entonces los dos valores para $M_{cmp}(x, y, c) \pm S_{cmp}(x, y, c)$ son 1 y $2M_{cmp}(x, y, c) - 1$.
- cuando $M_{cmp}(x, y, c) < 0,5$ entonces los dos valores para $M_{cmp}(x, y, c) \pm S_{cmp}(x, y, c)$ son $2M_{cmp}(x, y, c)$ y 0.

35 Por tanto es aparente que, con este esquema, la adicción y sustracción de $S_{cmp}(x, y, c)$ a/desde $M_{cmp}(x, y, c)$ siempre tendrá como resultado un valor máximo o un valor mínimo (1 o 0), al menos cuando $S_{Lum}(x, y, c)$ se establece en 1.

40 En una tercera etapa, las imágenes principales y laterales comprimidas se combinan, ahora con la adicción/sustracción de luminancia diseñada en un nivel de subpixel (realizándose la elección entre adicción y sustracción dependiendo del valor de datos espacial). Los subpíxeles de color se agrupan en parejas teniendo un pixel, en cada una, una luminancia de salida igual a la suma de las luminancias de la imagen principal y lateral comprimidas en ese pixel, y teniendo la otra una luminancia de salida igual a la luminancia de la imagen principal comprimida menos la luminancia de la imagen lateral comprimida.

45 Donde la relación de fuera del eje con respecto al eje tiene una primera sección que es más no lineal que una segunda sección, puede determinarse la cantidad de cambio de luminancia introducida mediante un valor de datos secundarios para que sea mayor donde el valor de luminancia equivalente para un valor de datos de imagen se encuentra en la segunda sección que donde el valor de luminancia equivalente se encuentra en la primera sección.

50 Ya que existen tres subpíxeles de color en cada pixel blanco, para retener todo el equilibrio de color de la imagen de salida, los subpíxeles de color que tienen luminancia añadida en la imagen de salida y aquellos que tiene luminancia sustraída alternan en cada pixel blanco. Esto se realiza tanto en las direcciones x como y. Se demostró que esto tiene como resultado una calidad óptima de la imagen de salida, percibida por parte del espectador sobre el eje. La unidad de repetición en el patrón de combinación de este método es por tanto un bloque de 2x2 de píxeles blancos, del cual cada subpixel de color tiene una luminancia que queda como sigue:

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, R) + S_{cmp}(x, y, R), \quad ;$$

$$C(x, y, G) = M_{cmp}(x, y, G) - S_{cmp}(x, y, G)$$

$$C(x, y, B) = M_{cmp}(x, y, B) + S_{cmp}(x, y, B)$$

$$C(x+1, y, R) = M_{cmp}(x+1, y, R) - S_{cmp}(x+1, y, R)$$

$$C(x+1, y, G) = M_{cmp}(x+1, y, G) + S_{cmp}(x+1, y, G)$$

$$C(x+1, y, B) = M_{cmp}(x+1, y, B) - S_{cmp}(x+1, y, B)$$

$$C(x, y+1, R) = M_{cmp}(x, y+1, R) - S_{cmp}(x, y+1, R)$$

$$C(x, y+1, G) = M_{cmp}(x, y+1, G) + S_{cmp}(x, y+1, G)$$

$$C(x, y+1, B) = M_{cmp}(x, y+1, B) - S_{cmp}(x, y+1, B)$$

$$C(x+1, y+1, R) = M_{cmp}(x+1, y+1, R) + S_{cmp}(x+1, y+1, R)$$

$$C(x+1, y+1, G) = M_{cmp}(x+1, y+1, G) - S_{cmp}(x+1, y+1, G)$$

$$C(x+1, y+1, B) = M_{cmp}(x+1, y+1, B) + S_{cmp}(x+1, y+1, B)$$

5 El nivel de datos de imagen equivalente para la imagen combinada puede encontrarse aplicando la inversa de la operación de potencia gamma: $C_{datos}(x, y, c) = C(x, y, c)^{1/\gamma}$. La tensión de salida en la LUT expandida del sistema electrónico de control de la pantalla será entonces igual a la tensión correspondiente a este nivel de datos equivalente en el modo público de las entradas de la LUT.

10 Este proceso genera el máximo valor posible de S_{cmp} para cada pixel en la imagen, de acuerdo con ese valor de luminancia del pixel en M_{cmp} . De hecho, un pixel en cada par de la imagen de salida se establece con una luminancia máxima o mínima, sin importar de cuál de las dos esté más cerca su valor en la imagen principal comprimida, y la luminancia del otro pixel se altera para una compensación exacta, para que de nuevo su valor promedio permanezca igual que la iluminancia promedio del mismo par de píxeles en la imagen principal comprimida.

Es aparente que, ya que el valor de S_{cmp} para cualquier componente de color de cualquier pixel determinado depende del valor de M_{cmp} para el mismo pixel, entonces los componentes de color de los píxeles cercanos solo tendrán exactamente una luminancia igual añadida y sustraída, y por tanto un valor promedio en la imagen de salida igual al valor promedio en M_{cmp} , si ambos componentes de color en el par tienen el mismo valor en M_{cmp} . Teóricamente, esto conducirá a la degradación de la calidad de la imagen principal para el espectador sobre el eje cuando se muestre la imagen combinada, pero en la práctica se demuestra que para las imágenes típicas, según se usarían, los valores de pixel no cambian lo suficiente en una escala de pixel a pixel como para crear un problema.

Si el valor cambiante de M_{cmp} de pixel a pixel fuera a provocar un problema apreciable debido a los valores resultantes de S_{cmp} para los píxeles cercanos que no son iguales, debe imponerse una restricción por la que por cada par de píxeles cercanos se calculan valores S_{cmp} y, si son desiguales, el más pequeño de los dos se selecciona y se aplica a ambos píxeles en la generación de la imagen combinada. Este proceso de selección requeriría una etapa adicional en el proceso lógico del sistema electrónico de control representado en la figura 5 y 6, pero aseguraría que unos valores iguales de luminancia se añadieran y sustrajeran de los píxeles dentro de un grupo al generar la imagen combinada, preservando por tanto una calidad óptima de la imagen sobre el eje.

Al determinar los valores óptimos de β y δ a usar en el proceso anterior, es aconsejable tanto maximizar la fuerza de la privacidad fuera del eje como preservar la calidad de la imagen sobre el eje. Tal como se ha analizado anteriormente, el valor de β representa un compromiso directo entre estas dos métricas de rendimiento. El valor de δ también representa un compromiso, entre contraste y brillo en la imagen principal comprimida. Una δ más pequeña preserva los niveles de negro de M_{cmp} mejor, mejorando el contraste de imagen, pero una δ mayor produce una imagen general M_{cmp} más brillante.

Los valores de β y δ pueden por tanto diseñarse a medida respecto a la curva de luminancia fuera del eje y sobre el eje del panel LC, para asegurarse de que S_{cmp} tenga los mayores valores para las regiones de imagen donde, en M_{cmp} , las luminancias de pixel se encuentran en la menor región no lineal de la curva de luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje. Esto asegura un fuerte efecto de privacidad para todos los valores de luminancia de pixel en M_{cmp} . Los parámetros de procesamiento también pueden diseñarse a medida para la optimización de la privacidad para un tipo particular de imagen. Si se necesita un fuerte efecto de privacidad para imágenes luminosas, por ejemplo, texto en un fondo blanco, entonces β y δ pueden seleccionarse para transformar regiones blancas en la imagen principal de entrada en valores M_{cmp} del 50 % de luminancia, ya que son estos valores de luminancia los que producen los mayores valores de S_{cmp} y, por tanto, producen el efecto de privacidad más fuerte.

Para la pantalla LCD con una curva de luminancia sobre el eje respecto a fuera del eje tal como se muestra en la Figura 11, se demuestra que los parámetros de procesamiento de $\beta=0,45$ y $\delta=0,05$ producen una imagen de salida que, cuando se ve en la pantalla, demuestra una fuerte privacidad para una amplitud ancha de niveles de datos de imagen principal de entrada, particularmente blancos, y una alta calidad de imagen sobre el eje. Estos parámetros tienen como resultado que la imagen principal de entrada se comprima para tener valores de luminancia entre 0,05 y 0,5. Un pequeño parámetro de desviación δ preserva el contraste de imagen sobre el eje, y aunque limita los valores de S_{cmp} a 0,05 para regiones de M_{cmp} con una luminancia mínima (es decir 0,05), es en estas regiones donde es más no lineal la curva de luminancia fuera del eje con respecto a sobre el eje de la pantalla y, por tanto, el efecto de privacidad se amplifica. La combinación de valores pequeños de S_{cmp} para valores de pixel M_{cmp} en la región altamente no lineal de la curva de luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje, y los grandes valores de S_{cmp} para valores de M_{cmp} en la sección más lineal de la curva, produce un consistente efecto de privacidad sobre todos los valores de imagen de entrada principal. Los valores precisos de β y δ se determinarán claramente de acuerdo con la aplicación concerniente, pero los valores típicos de β pueden estar entre 0,35 y 0,55, teniendo δ normalmente un valor entre 0,02 y 0,08. En algunos casos, puede ser aconsejable que β tenga un valor entre 0,42 y 0,5, teniendo δ un valor entre 0,03 y 0,07. Se apreciará, sin embargo, que los valores fuera de estas amplitudes también pueden encontrar uso en otras aplicaciones.

Los valores de luminancia de M_{cmp} y S_{cmp} , para los datos de entrada de imagen lateral = 1, como una función del valor de datos de imagen principal de entrada (gamma de pantalla =2,4), para estos parámetros de procesamiento, se muestran en la Figura 12.

Este también es el caso en el que diferentes parámetros de procesamiento pueden producir un rendimiento de privacidad óptimo para diferentes contenidos de imagen principal. Por ejemplo, una fuerte privacidad puede lograrse para una imagen principal de entrada que es en gran medida blanca usando los anteriores parámetros, mientras que diferentes parámetros pueden producir un efecto de privacidad mejorado para imágenes principales de entrada que son principalmente oscuras. En este caso, las realizaciones descritas en el presente documento pueden combinarse con un aparato de procesamiento que primero analiza el contenido de imagen principal para cada fotograma para determinar los parámetros de procesamiento óptimos para esa imagen, llevándose después a cabo las etapas de combinación de imagen descritas en el presente documento de acuerdo con aquellos parámetros optimizados con contenido. También puede ser el caso en el que el aparato de análisis de imagen puede determinar que para cualquier imagen principal de entrada, diferentes regiones de la imagen tendrán el efecto de privacidad optimizado mediante el uso de diferentes parámetros. En este caso, los diferentes parámetros pueden aplicarse a diferentes regiones de la imagen para las etapas restantes de procesamiento.

Las etapas de procesamiento antes descritas proporcionan por tanto medios mejorados para calcular los valores de tensión de salida óptimos, para todos los niveles de datos de imagen de entrada, para producir el efecto de privacidad deseado cuando se insertan en la LUT expandida de la primera realización. Los procesos detallados descritos en el presente documento, en la combinación de compresión de imagen y parámetros de desviación, junto con la imagen principal dependiente de la escala de la imagen lateral, específicamente para optimizar el efecto de privacidad para todos los valores de datos de imagen de entrada de una manera diseñada a medida para el efecto de la curva de luminancia particular fuera del eje respecto a sobre el eje de la pantalla, no se enseñan ni sugieren en el documento GB2428152A1.

Los métodos de procesamiento antes descritos proporcionan un medio mejorado para generar un efecto de privacidad, basándose en dos imágenes de entrada, para una pantalla LCD con características ópticas particulares. Queda claro que diferentes LCD con diferentes características ópticas necesitarán variaciones respecto a los métodos y parámetros descritos, pero que siguen siendo sustancialmente tal como se describe en esta realización, para producir un efecto óptimo. Sin embargo, dependiendo del rendimiento particular del panel LC en cuestión, y de la opinión subjetiva de rendimiento optimizado, un número de modificaciones a este método podrían emplearse para lograr el efecto deseado. Una serie de tales modificaciones posibles, y su efecto sobre los datos de imagen de entrada respecto a la apariencia mostrada de salida, se detallan ahora a continuación. Cualquiera de estos métodos adicionales podría emplearse, en un mayor o menor nivel, en combinación con las anteriores etapas de procesamiento, o entre sí, para producir el efecto de privacidad deseado.

En el primer método adicional, el panel LC para su uso con el efecto de privacidad puede tener una respuesta considerablemente diferente de valor de datos respecto a luminancia para cada uno de los tres componentes de color de la pantalla. En este caso, puede obtenerse una apariencia mejorada de la imagen de salida mostrada convirtiendo los valores de datos de componente de color de la imagen de entrada en valores de luminancia equivalentes por separado, usando un valor gamma individual para cada uno de los componentes de datos de entrada R, G y B. Es decir:

$$M_{Lum}(x, y, R) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma_{rojo}},$$

$$M_{Lum}(x, y, G) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma_{verde}}$$

$$M_{Lum}(x, y, B) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma_{azul}}$$

y

$$S_{Lum}(x, y, R) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma_{rojo}}$$

$$S_{Lum}(x, y, G) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma_{verde}}$$

$$S_{Lum}(x, y, B) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma_{azul}}$$

La amplitud de valores de luminancia de pixel en las agrupaciones M_{cmp} y S_{cmp} son entonces diferentes para los componente de color diferentes, incluso para imágenes de escala de grises u otras regiones de imagen que tenían valores de datos iguales para los diferentes componentes de color en las imágenes de entrada. Tras esta etapa, puede entonces continuar el proceso de generación de valor LUT tal como se detalla en la realización preferente del método. Este método puede usarse para asegurar que cada grupo de píxeles, sobre el que se realiza la luminancia para realizar un promedio en la imagen de salida respecto al mismo valor promedio que el mismo grupo de píxeles en la imagen principal comprimida, tiene también el detalle de color preservado lo mas cercanamente posible entre las dos imágenes.

Usando este método, las regiones de imagen con los mismos datos de imagen principal de entrada pueden realizarse con una apariencia idéntica en la imagen de salida mostrada, independientemente del valor de los datos de entrada de imagen lateral sobre esa región, respecto al espectador 3 sobre el eje, ya que se preservan tanto la luminancia como la crominancia. Los valores cambiantes de los datos de imagen lateral de entrada no tienen por tanto efecto sobre la apariencia de la imagen de salida respecto al espectador 3 sobre el eje y, por tanto, la imagen lateral es invisible eficazmente.

Este método no se limita a asignar un valor gamma separado (parámetro de ley de potencia) a cada componente de color. La respuesta del valor de datos respecto a luminancia de cada componente de color en la pantalla a usar podría tener cualquier característica, y siempre y cuando la luminancia de salida resultante para cada nivel de datos de entrada se conozca, entonces las transformaciones apropiadas pueden realizarse para producir el efecto de privacidad con una imagen lateral invisible respecto al espectador 3 sobre el eje. Este también es el caso en el que, debido a la comunicación eléctrica entre píxeles adyacentes o subpíxeles de color u otros motivos, la respuesta de valor de datos respecto a luminancia de los tres componentes de color de la pantalla, cuando se miden en aislamiento, puede diferenciarse de las mismas respuestas cuando se miden simultáneamente en la pantalla. Estos efectos también pueden tenerse en cuenta cuando se determinan los parámetros de procesamiento para producir el efecto de privacidad con una imagen lateral invisible respecto al espectador 3 sobre el eje.

En el segundo método adicional, se reduce la invisibilidad de la imagen lateral 8 respecto al espectador 3 sobre el eje, asegurando que, mientras los valores de pixel S_{cmp} se maximizan basándose en los valores de pixel correspondientes en la imagen principal comprimida, se estipula un valor mínimo distinto de cero para todos los píxeles en S_{cmp} , por lo que se reduce la variación en los valores de S_{cmp} debido a la variación en la imagen lateral 8 de entrada. Esto asegura que exista al menos algo de variación en luminancia entre los píxeles cercanos en todos los grupos de promedio, incluso en regiones de la imagen donde los valores de imagen lateral de entrada son cero.

Un método para calcular los valores de pixel de imagen de salida para lograr este efecto es generar dos conjuntos de valores de imagen principal comprimida, uno para regiones donde el valor de datos de imagen lateral de entrada es igual a cero, y uno para regiones donde es igual a uno. Si los parámetros de procesamiento β , δ se establecen en 0,45 y 0,05 respectivamente para la imagen $S_{in}=1$, y se establecen en 0,42 y 0,03 para la imagen $S_{in}=0$, entonces después de procesar las imágenes de entrada y combinarlas tal como se describe en la realización preferente del proceso, las luminancias de la imagen de salida son como se muestra en la Figura 13. Puede verse a partir de la figura que la diferencia de luminancia para el espectador sobre el eje de regiones con el mismo valor de datos de imagen 7 de entrada principal, pero diferente valor de datos de imagen 8 de entrada lateral, se reduce en gran medida en comparación con la realización preferente cuyos valores relativos se muestran en la Figura 12. Esto tiene como resultado una visibilidad muy reducida de la imagen lateral para el espectador 3 sobre el eje, pero también algo de reducción en la fuerza de la privacidad percibida por los espectadores laterales 4. De nuevo, los parámetros β y δ usados tanto para las regiones $S_{in}=0$ como $S_{in}=1$ pueden ajustarse para afectar al grado de compromiso entre estas dos métricas.

Es la diferencia entre los parámetros de procesamiento β y δ usados para los cálculos de $S_{in}=0$ y $S_{in}=1$ lo que determina la fuerza de la privacidad, y establecer ya sea β o δ para tener una diferencia mayor en los dos cálculos puede usarse para ajustar la fuerza de la privacidad/el compromiso de visibilidad de la imagen lateral sobre el eje para diferentes valores de imagen principal de entrada. En particular, la diferencia en el parámetro de desviación δ determina principalmente la fuerza de la privacidad para las regiones oscuras en M_{cmp} , y la diferencia en el parámetro de compresión β determina la fuerza de la privacidad para las regiones luminosas en M_{cmp} . Si los parámetros de procesamiento β , δ se establecen en 0,45 y 0,05 para la imagen $S_{in}=1$, y se establecen en 0,45 y 0 para la imagen $S_{in}=0$, entonces existe una mayor diferencia en los parámetros de desviación comparados con el ejemplo anterior, por lo que será aparente un mayor efecto de privacidad para las regiones inferiores del nivel de datos de entrada de imagen principal. La diferencia en los valores $M_{cmp} \pm S_{cmp}$ para los estados $S_{in}=0$ y $S_{in}=1$ permanece inalterada desde el ejemplo anterior (figura 12) para regiones del nivel de datos de imagen principal de entrada = 255, sin embargo. Este efecto puede verse en la gráfica de luminancias de salida resultantes frente a datos de imagen principal de entrada, tal como se muestra en la Figura 14.

Se ha demostrado que cuando se usa una LCD en el modo de privacidad tal como se describe, si la imagen lateral de entrada cambia repentinamente, es decir, si se usa una imagen lateral animada, entonces el espectador 3 sobre el eje puede observar indeseables artefactos "parpadeantes" en regiones de la imagen de salida donde la imagen lateral 8 cambia de cero a uno, o viceversa desde un fotograma a otro. Se cree que esto se debe a las velocidades de intercambio diferencial para dos píxeles diferentes en valores de luminancia diferentes cambiando ambos a su valor de luminancia promedio. Aunque la luminancia promedio para los píxeles es la misma en el comienzo que al final del intercambio, si las velocidades de intercambio son diferentes, el valor promedio se desviará durante el intercambio, provocando un parpadeo visible sobre el eje. Este efecto se ilustra en la Figura 15A. Sin embargo, se ha demostrado que este efecto indeseable puede también retirarse aplicando el método del valor S_{cmp} mínimo mayor que cero descrito en el presente documento.

Un método alternativo para retirar este problema es incrementar la profundidad de bits de los datos de imagen lateral a más de uno. Esto proporciona medios para graduar transiciones de regiones de la pantalla con un valor de luminancia de imagen lateral de 1 a un valor de luminancia de imagen de 0 o viceversa. Insertar fotogramas de imagen con valores de luminancia de imagen lateral intermedios entre los estados de uno y cero minimiza el efecto que tiene el valor promedio de los tiempos de intercambio diferencial para píxeles dentro de un grupo sobre los que convergir o de los que separarse en la imagen observada sobre el eje. Esta situación se muestra en la Figura 15B.

Otra ventaja de incrementar la profundidad de bits de la imagen lateral a más de uno es la capacidad de mostrar imágenes laterales a todo color cuando se encuentran en el modo privado. Tal como se ilustra en la Figura 15B, una

imagen lateral de dos bits puede incorporarse a la imagen combinada proporcionando cuatro pares diferentes de valores de luminancia de salida para cada valor posible de la imagen principal comprimida, teniendo cada uno la misma luminancia promedia para el espectador sobre el eje, y correspondiéndose cada uno con uno de los cuatro valores de datos de la imagen lateral en la tabla de consulta expandida. Cada par tendrá una luminancia promedia diferente fuera del eje sin embargo y, por tanto, esto puede usarse para producir una amplitud de luminancias fuera del eje para cada par de píxeles para cualquier luminancia requerida sobre el eje.

Si los datos de imagen lateral consisten en datos de dos bits por componente de color, esto proporciona 64 colores en total y se necesita una LUT expandida con cuatro entradas de valor de imagen lateral para cada entrada de valor de imagen principal comprimida para cada componente de color R, G y B. Se ha demostrado que incrementar la profundidad de bits de la imagen lateral más allá de 6 bits (2 bits por color) tiene poco efecto sobre la apariencia de la imagen lateral de color respecto al espectador 4 fuera del eje.

Para reproducir con precisión la imagen lateral de color para el espectador 4 fuera del eje, cuando se muestra en la LCD, es necesario que los diferentes valores de luminancia de salida para cada luminancia promedia sobre el eje se correspondan con etapas aproximadamente iguales en la luminancia promedia percibida por el espectador 4 fuera del eje. Si la característica de luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje de la pantalla LCD usada es similar a la mostrada en la Figura 11, entonces cuanto mayor sea la diferencia en los valores de luminancia individuales de un par de píxeles (es decir, cuanto mayor sea la división aplicada al par de píxeles de imagen principal comprimida de entrada), más oscura será la apariencia del par de píxeles para el espectador 4 fuera del eje.

Para datos de imagen lateral de entrada que consisten en valores de cero a tres para cada componente RGB, puede aplicarse una división cero, es decir, los valores de pixel de salida iguales a los valores de entrada de imagen principal comprimida, para regiones de la imagen combinada correspondientes a regiones de la imagen lateral 8, con valores de datos de 3, y una división máxima, por donde uno de los pares de píxeles se establece con una luminancia de cero o uno, y el otro se ajusta para preservar la misma luminancia promedia que el par equivalente en la imagen principal comprimida tal como se describe en la realización preferente, puede aplicarse para regiones de la imagen combinada correspondientes a regiones de la imagen lateral 8, con valores de datos de 0. Esto proporcionará la apariencia de la imagen lateral para el espectador 4 fuera del eje con un contraste máximo.

Los valores de luminancia del par de píxeles de salida para regiones de la imagen combinada correspondientes a regiones de la imagen lateral con valores de datos de 1 y 2 pueden entonces determinarse calculándolos para tener un grado de división entre cero (valores de salida iguales a los valores de entrada de imagen principal comprimida) y uno (división máxima tal como se describe), lo que produce una luminancia promedia para el espectador 4 fuera del eje, aproximadamente a 1/3 y 2/3 del camino respectivamente respecto a las luminancias promedias fuera del eje de división 0 a 1, en términos de luminancia. Se ha demostrado que para una LCD en modo ASV con características de luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje del tipo mostrado en la Figura 11, las proporciones de división de 0,98 y 0,85 para valores de datos de imagen lateral de 1 y 2 respectivamente producen este resultado deseado.

En términos de la imagen principal comprimida y la imagen lateral tal como se ha descrito anteriormente para la realización preferente, los valores de luminancia de salida en la imagen combinada, para cada valor de datos de imagen principal de entrada, se calculan como:

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, R) \pm 1 \times S_{cmp\text{máx}}(x, y, R), \text{ para } S_{in} = 0$$

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, G) \pm 0,98 \times S_{cmp\text{máx}}(x, y, R), \text{ para } S_{in} = 1$$

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, B) \pm 0,85 \times S_{cmp\text{máx}}(x, y, R), \text{ para } S_{in} = 2$$

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, B) \pm 0, \text{ para } S_{in} = 3$$

donde " $S_{cmp\text{máx}}$ " es el valor de imagen lateral comprimida, calculado como previamente para S_{cmp} con un valor de datos de imagen lateral de entrada de 1.

Los valores de estas relaciones como una función del valor de datos de imagen principal de entrada, usando los mismos factores de compresión de imagen principal, se muestran en la Figura 19.

Para mostrar una gran amplitud de contenido de imagen lateral al espectador 4 fuera del eje, en el modo privado, es necesario que los conjuntos de datos de imagen en formatos comunes tengan 2 bits por color. Al hacer esto, es aconsejable tener en cuenta la respuesta del valor de datos respecto a luminancia de la pantalla, para que las imágenes laterales de entrada con mayor profundidad de color tengan los píxeles "encajonados" en valores de 0, 1, 2 y 3 de acuerdo con la luminancia con la que se corresponderían si se mostraran en el dispositivo en el modo público. Esto, combinado con las proporciones de división elegidas para cada valor de imagen lateral anteriormente detallado, asegura que el nivel de división aplicado a los pares de píxeles en la etapa de combinación de imagen reproduzca con precisión la imagen lateral para el espectador 4 fuera del eje.

Aunque el método de poblar la LUT expandida para la privacidad de imagen lateral de color usando cálculos basados en diferentes fracciones de la división disponible de pares de píxeles tal como se describe en el presente documento ha demostrado proporcionar una buena reproducción de la imagen lateral para el espectador fuera del eje, puede verse que este no es el único método que podría lograrlo. Para cualquier dispositivo de pantalla, existen aproximadamente tantos conjuntos de pares de píxeles con la misma luminancia promedio como gradaciones de datos entre esa luminancia promedio y el borde de la amplitud. Un número de estos puede seleccionarse para cada valor de imagen principal comprimida para corresponderse con diferentes valores de imagen lateral mediante cualquier método sin apartarse del alcance de la invención.

En el tercer método adicional, la fuerza de la privacidad en la imagen de salida se mejora incrementando el número de subpíxeles de color que tienen un valor de luminancia en la imagen principal comprimida (M_{cmp}) en la región más altamente no lineal de la curva de luminancia sobre el eje respecto a fuera del eje. En la LCD del ejemplo aportado en la Figura 11, esta es la región oscura de baja luminancia tal como se ha analizado. Un medio para incrementar el número de píxeles con niveles de luminancia bajos sería comprimir la imagen principal mediante un mayor valor β en la primera etapa del proceso, y después usar un valor de desviación pequeño δ , sin embargo, esto tendría como resultado una imagen muy oscura para el espectador 3 sobre el eje.

Se demuestra que puede obtenerse un efecto de privacidad mejorado, mientras se mantiene una imagen más luminosa de mayor calidad para el espectador 3 sobre el eje, comprimiendo selectivamente una porción de los subpíxeles de color de la imagen, basándose en su posición espacial, mediante un factor grande, en lugar de comprimir toda la imagen uniformemente mediante un factor más pequeño. En general, donde la relación fuera del eje respecto a sobre el eje tiene una primera sección que es más no lineal que una segunda sección, un primer subconjunto de los elementos de imagen se transforman de una primera manera para que la amplitud de luminancia transformada tenga un primer grado de superposición con la primera sección, y un segundo subconjunto de los elementos de imagen se transforman de una segunda manera, diferente de la primera manera, para que la amplitud de luminancia transformada tenga un segundo grado de superposición con la primera sección, siendo mayor el primer grado de superposición que el segundo grado de superposición. Esencialmente, el parámetro β antes mencionado se sustituye por $\chi \cdot \beta$, donde χ adopta un primer valor para aquellos valores de datos de imagen del primer subconjunto, y un segundo valor, diferente del primer valor, para aquellos valores de datos de imagen del segundo subconjunto. El primer valor puede ser menor que el segundo valor, tal como 0,1 y 1 para los primeros y segundos valores respectivamente.

Como un ejemplo, la primera etapa de compresión de la imagen principal anteriormente descrita puede cambiarse desde una compresión uniforme y directa, $M_{cmp}(x,y,c) = \beta \cdot M_{Lum}(x,y,c) + \delta$, como en la realización preferente de cálculo de valor a:

$$M_{cmp}(x, y, R) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x, y, R) + \delta$$

$$M_{cmp}(x, y, G) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, G) + \delta$$

$$M_{cmp}(x, y, B) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, B) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+1, y, R) = \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, R) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+1, y, G) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, G) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+1, y, B) = \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, B) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+2, y, R) = \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, R) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+2, y, R) = \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, R) + \delta$$

$$M_{cmp}(x+2, y, R) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, R) + \delta$$

donde el valor de compresión adicional χ (aplicado al primer subconjunto de elementos de imagen) puede tener cualquier valor entre 0 y 1, normalmente 0,1. Este patrón de rotar a qué subpixel de color dentro de cada pixel se aplica la compresión adicional se repite por toda la imagen, y puede variar en la dirección y también para mejorar adicionalmente la calidad de la imagen resultante tal como se percibe por parte del espectador 3 sobre el eje. También puede darse que dos de los tres subpíxeles en cada pixel tengan la compresión adicional aplicada, o que se aplique a todos los tres subpíxeles de color, pero solo a uno o dos píxeles de cada tres. La escala de la compresión y el patrón espacial por el que se aplica a la imagen no se limitan a los ejemplos proporcionados en esta realización, y la implementación particular usada con cualquier LCD determinada dependerá de la respuesta particular producida por la LCD y cuya evaluación subjetiva proporciona el efecto óptimo. Por ejemplo, el factor de compresión adicional podría aplicarse únicamente a los subpíxeles azules, utilizando la capacidad inferior del ojo para conseguir que los rasgos finos de este color reduzcan la pérdida aparente en la resolución de la imagen principal para el espectador 3 sobre el eje, a expensas de la coloración. La esencia de esta realización es simplemente que una fuerte compresión de la luminancia de una selección de píxeles de imagen puede producir un rendimiento de privacidad más fuerte, mientras que se mantiene una luminosidad de la imagen más alta, que comprimiendo uniformemente por una cantidad menor.

En un cuarto método adicional, la fuerza de la privacidad en la imagen de salida se mejora de nuevo incrementando el número de píxeles que tienen un valor de luminancia en la región más altamente no lineal de la curva de luminancia sobre el eje respecto a fuera del eje, variando el patrón espacial por el que los valores de luminancia de imagen lateral comprimidos se añaden a y se sustraen de los valores de luminancia de imagen principal comprimida en la etapa de combinación de imagen. Tal como se ha analizado anteriormente, en la curva de luminancia medida sobre el eje respecto a fuera del eje aportada en la Figura 11, la región de baja luminancia de la curva es en su mayor parte no lineal, por lo que las regiones de imagen con valores de luminancia en este extremo de la amplitud están provistas de un efecto de privacidad más fuerte.

En lugar de añadir el valor de luminancia de imagen lateral comprimida S_{cmp} al valor de luminancia de imagen principal comprimida M_{cmp} para un pixel o subpixel de color en un par, y sustraerlo para el otro en la etapa de combinación de la imagen, puede darse el caso en el que más píxeles pueden producirse con bajos valores de luminancia en la imagen de salida si S_{cmp} se añade a dos de los tres píxeles o subpíxeles en un grupo, y el doble del valor de S_{cmp} se sustrae del tercero. De esta manera, la luminancia promedia del grupo de píxeles todavía es igual al promedio del mismo grupo en M_{cmp} , ya que el valor neto de S_{cmp} dentro del grupo sigue siendo cero (asumiendo un valor constante de S_{in} por el mismo grupo de pixel), pero se asegura que al menos un pixel del grupo tenga una luminancia baja.

En general, esto implica sustraer un primer múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral para un primer subconjunto de elementos de imagen, y añadir un segundo múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos lateral para un segundo subconjunto de elementos de imagen, siendo el número de elementos de imagen en el segundo subconjunto N veces que en el primer subconjunto, y siendo el primer múltiplo N veces el segundo múltiplo. En un ejemplo en particular, la etapa de combinación de la imagen se convierte en:

$$C(x, y, R) = M_{cmp}(x, y, R) - 2 * S_{cmp}(x, y, R)$$

$$C(x, y, G) = M_{cmp}(x, y, B) + S_{cmp}(x, y, G)$$

$$C(x, y, B) = M_{cmp}(x, y, B) + S_{cmp}(x, y, B)$$

$$C(x+1, y, R) = M_{cmp}(x+1, y, R) + S_{cmp}(x+1, y, R)$$

$$C(x+1, y, G) = M_{cmp}(x+1, y, G) - 2 * S_{cmp}(x+1, y, G)$$

$$C(x+1, y, R) = M_{cmp}(x+1, y, R) + S_{cmp}(x+1, y, R)$$

$$C(x+2, y, R) = M_{cmp}(x+2, y, R) + S_{cmp}(x+2, y, R)$$

$$C(x+2, y, G) = M_{cmp}(x+2, y, G) + S_{cmp}(x+2, y, G)$$

$$C(x+2, y, B) = M_{cmp}(x+2, y, B) - 2 * S_{cmp}(x+2, y, B)$$

Una vez más, la rotación de qué pixel o subpixel de color tiene el doble del valor de S_{cmp} sustraído puede variar también en la dirección y, para preservar la calidad de la imagen sobre el eje. Una ilustración visual de este tipo de etapa de combinación de grupo de pixel expandido se muestra en la Figura 16, para bloques de píxeles con un valor M_{cmp} del 50 % de luminancia, y un valor S_{cmp} del 25 % de luminancia.

También es el caso en el que el número de píxeles o subpíxeles en cada grupo S_{cmp} de cero neto puede incrementarse a cuatro, con el valor S_{cmp} añadido a M_{cmp} en tres de cada cuatro, y el triple del valor de S_{cmp} sustraído del cuarto. De hecho, el número de píxeles o subpíxeles de color en el grupo puede incrementarse a cualquier valor que produzca el efecto deseado. Este es el caso, sin embargo, en el que cuanto mayor es el grupo de píxeles por el que se realiza el promedio de luminancia para que sea igual que la luminancia promedio del mismo grupo en M_{cmp} , menos eficaz será la realización del promedio del ojo, para cualquier distancia de visión determinada, para preservar la impresión para el espectador 3 sobre el eje, ya que la imagen observada es sustancialmente la misma que la imagen M_{cmp} . Puede verse que, ya que se altera el diseño espacial usado en la etapa de combinación, para crear algunos píxeles con el doble o el triple del valor de S_{cmp} sustraído, los factores de compresión usados en las etapas $M_{in} \rightarrow M_{cmp}$ y $S_{in} \rightarrow S_{cmp}$ requerirán un ajuste, para asegurar que todos los píxeles tengan en la imagen combinada valores en la amplitud de luminancia permitida.

Tal como se ha mencionado antes, este es el caso en el que para tener un valor neto de S_{cmp} igual a cero para cada grupo de píxeles o subpíxeles de color en la etapa de combinación de imagen, es necesario que el valor de S_{in} permanezca constante por el área de cada grupo. Por ejemplo, si S_{in} cambia rápidamente desde el pixel (x,y,R) a (x,y,G) , o desde (x,y,c) a $(x+1,y,c)$, entonces en la etapa de combinación de imagen detallada en la realización preferente de cálculo, los valores S_{cmp} añadidos y sustraídos ya no se cancelarán, y la imagen lateral será visible para el espectador sobre el eje. En la divulgación de la patente GB2428152A1, se sugiere que este problema puede mitigarse usando un método de procesamiento de imagen para oscurecer los bordes nítidos en la imagen lateral de entrada.

En un quinto método adicional, sin embargo, este problema se soluciona asegurándose de que S_{in} permanezca invariable por cada bloque de píxeles o subpíxeles de color que deben mantener valores S_{cmp} netos de cero en la etapa de combinación de la imagen. Si el tamaño del grupo de píxeles sobre el que esto se requiere es un grupo de píxeles de 2×2 , como en la realización anterior preferente de cálculo, esto puede lograrse acortando el tamaño de la imagen lateral de entrada a $1/4$ de la resolución de la pantalla ($X/2$ por $Y/2$ píxeles, donde la pantalla comprende una agrupación de píxeles X por Y), usando cualquier técnica de procesamiento de imagen disponible para preservar mejor la calidad de la imagen, y después volviendo a expandir la imagen a una resolución completa usando un método simple de interpolación proximal. Esto asegura que la imagen lateral de resolución completa se componga de bloques de píxeles de 2×2 de idénticos valores de datos, para que todos los bloques de píxeles de 2×2 tengan un valor S_{cmp} neto de cero en la etapa de combinación de la imagen. Un dispositivo 10 de procesamiento de imagen se incluiría en el sistema electrónico de control de la pantalla para realizar esta etapa en la imagen lateral 8 de entrada, antes de enviar la imagen filtrada resultante a la LUT tal como se ha descrito anteriormente. Esto se ilustra en la Figura 17.

Puede verse que, para cualquier tamaño y forma del grupo de píxeles que se use como el bloque de repetición en la etapa de combinación de imagen, la imagen lateral puede acortarse alguna fracción de la resolución de la pantalla y

después volver a expandirse usando la interpolación proximal para asegurarse de que la imagen lateral se componga esencialmente de bloques de igual tamaño y forma. De esta manera, se preservan los bordes nítidos en la imagen lateral 8 de entrada, lo que mejora el contraste percibido de la imagen lateral observada por los espectadores 4 fuera del eje.

5 También es el caso en el que al usar los procesos y parámetros de compresión y combinación tal como se describe en la realización preferente de cálculo para producir el efecto de privacidad, unos artefactos de color pequeños pueden volverse aparentes para el espectador 3 sobre el eje, para regiones en la imagen principal de entrada que consisten en líneas de anchura de un único pixel. Esto se debe al hecho de que el proceso tiene como resultado una
10 imagen de salida en la que los subpíxeles de color alternativos se establecen en negro, por lo que una línea diagonal negra de anchura de un único pixel superpuesta en este patrón puede dejar una línea de píxeles ya sea al lado de solo uno o dos subpíxeles de color o a lo largo de su longitud. En este caso, la línea coloreada se vuelve invisible para el ojo.

15 En un sexto método adicional, estos artefactos de color se retiran aplicando un filtro de procesamiento de imagen a la imagen principal 7 de entrada, que ligeramente y eficazmente oscurece cualquier característica de línea de anchura estrecha en la imagen (en general, los borrones se añadirían preferentemente a cualquier característica de imagen de frecuencia más alta, siendo las líneas un ejemplo de tales rasgos). Un filtro 11 de procesamiento de
20 imagen (o circuitería de filtro), se incluiría en el sistema electrónico de control de la pantalla para realizar esta etapa en la imagen principal 7 de entrada, antes de enviar la imagen filtrada resultante a la LUT tal como se ha descrito previamente. Esto se ilustra en la Figura 17. Un método para lograr la retirada de artefactos de color debido a este problema, con un oscurecimiento mínimo de los rasgos finos de la imagen, se divulga en la solicitud de patente de Reino Unido n.º 0701325.3.

25 Puede verse que los métodos anteriores proporcionan medios para calcular las luminancias de pixel de imagen de salida requeridas basándose en las imágenes de entrada proporcionadas, para producir el efecto de privacidad deseado en las LCD. Estos son esencialmente medios para poblar las regiones adicionales de la LUT requerida, tal como se muestra en la Figura 4, de una manera que optimiza el efecto y produce valores diseñados a medida para las propiedades inherentes electroópticas del panel LC. Como tal, puede utilizarse cualquier combinación de las
30 técnicas descritas y valores de parámetros de procesamiento que produzca valores de LUT que aporten el efecto deseado. Las relaciones similares para producir el mismo efecto entrarían por tanto dentro del alcance de la invención. Este es el caso en el que también, en caso necesario, en lugar de usar estas relaciones para poblar una LUT expandida, los cálculos podrían realizarse mediante un procesador computacional adicional en el sistema electrónico de control de la pantalla, basándose en los fotogramas de forma individual.

35 En una séptima realización adicional, en lugar de introducir un conjunto de datos de imagen lateral 8 en el sistema electrónico 1 de control LCD, los datos de imagen principal de entrada se analizan mediante un aparato de procesamiento adicional y una imagen lateral optimizada se calcula para maximizar el efecto de privacidad de acuerdo con el contenido de la imagen principal. Los métodos de generación de patrones de oscurecimiento de
40 imagen optimizada, de acuerdo con factores de la imagen principal tales como frecuencias espaciales dominantes, se describen en el documento US20080088935A1.

Mientras que las modificaciones del sistema electrónico de control de la pantalla y los cálculos del valor LUT antes descritos permiten un efecto de privacidad mejorado en pantallas sin ninguna alteración del panel LC, o respecto a la
45 amplitud normal de señales de tensión aplicadas al panel desde el sistema electrónico de control, otras modificaciones pueden realizarse para incrementar la no linealidad de la curva de luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje y por tanto mejorar el efecto.

Una de tales modificaciones puede ser hacer funcionar el panel LC con una amplitud de tensión de pixel mayor en el
50 modo privado que en el modo público normal. Si un panel LC "funciona al máximo" de esta manera, entonces la luminancia de la pantalla, tal como se observa mediante un espectador sobre el eje, se nivela y quizás comienza a disminuir a medida que la tensión de pixel se incrementa más allá de la amplitud normal. Esto se debe a la birrefringencia eficaz de la capa LC que alcanza, y después supera, la condición de placa de media onda. Para el espectador fuera del eje, debido a los rayos fuera del eje que recorren una mayor distancia dentro de la capa LC, este efecto se exagerará adicionalmente, teniendo como resultado una mayor no linealidad en la curva de
55 luminancia fuera del eje respecto a sobre el eje. Este efecto se ilustra en la Figura 18, y puede utilizarse para proporcionar un efecto de privacidad más fuerte para regiones más luminosas de la imagen. Este efecto puede exagerarse aún adicionalmente incrementando el espesor de la capa LC, o la birrefringencia del material LC usado, en la pantalla más allá del mínimo requerido para lograr la condición de placa de media onda a una tensión alta.

60 Habiendo descrito la invención de esta manera, será obvio que la misma puede variar de muchas maneras. Las variaciones no deben interpretarse como desviaciones del alcance de la invención, y todas de tales modificaciones, como sería aparente para un experto en la materia, pretenden incluirse dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

65

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de pantalla que comprende un panel (2) de pantalla de cristal líquido para mostrar una imagen mediante modulación de luz espacial, representándose la imagen mediante una pluralidad de elementos de imagen teniendo cada uno un valor (7) de datos de imagen, y comprendiendo además el dispositivo de pantalla un controlador (1) de la pantalla dispuesto para determinar una tensión de señal de aplicación en el panel (2) para cada elemento de imagen dependiendo de su valor (7) de datos de imagen y un valor (8) de datos secundario para el elemento, existiendo un mapeo predeterminado entre la imagen y los valores (7, 8) de datos secundarios y la tensión de señal, estando dispuestos los valores (8) de datos secundarios para variar por la imagen para introducir variaciones en luminancia como un resultado del mapeo, estando dispuestos mutuamente el mapeo y los valores (8) de datos secundarios para tener en cuenta la tensión de señal respecto a la respuesta de luminancia sobre el eje del panel (2) de manera que las variaciones de luminancia introducidas sobre el eje tiendan a equilibrarse localmente a través de la realización del promedio espacial a la vista de, y por tanto que no serían perceptibles por parte de, un espectador (3) sobre el eje, teniendo además el panel (2) una relación no lineal de luminancia fuera del eje respecto a luminancia sobre el eje, de manera que al menos algunas variaciones de luminancia introducidas fuera del eje no se equilibran localmente a través de la realización de un promedio espacial a la vista de, y por tanto que serían perceptibles por parte de, un espectador (4) fuera del eje, caracterizado por que cada valor de datos secundario comprende un valor de datos lateral y un valor de datos espacial, y caracterizado además por que el controlador 1 de la pantalla comprende circuitería de mapeo que tiene entradas respectivas para recibir el valor de datos de imagen, el valor de datos lateral y el valor de datos espaciales para un elemento de imagen de la pluralidad, circuitería para buscar un valor almacenado dependiendo de los valores de datos de entrada, y una salida para enviar el valor almacenado, determinándose la tensión de señal para el elemento de imagen dependiendo del valor de salida, indicando el valor de datos espaciales en cuál de dos o más grupos de los valores almacenados se considera que debe estar el elemento de imagen basándose en su posición espacial, y formando los valores de datos laterales en su conjunto una imagen lateral que puede percibirse por parte de un espectador (4) fuera del eje.
2. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mapeo y los valores de datos secundarios están dispuestos mutuamente de manera que, para cada uno de una pluralidad de grupos de elementos de imagen percibidos por un espectador teniendo una única luminancia a través de una realización de promedio espacial, cualquier incremento en luminancia introducido por parte del valor o valores de datos secundarios de un subconjunto de elementos en el grupo coincide sustancialmente con una disminución sustancialmente igual en luminancia introducida mediante el valor o valores de datos secundarios de otro subconjunto de elementos en el grupo, al menos donde los valores de datos de imagen respectivos de los elementos en los subconjuntos son iguales.
3. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 2, en el que al menos algunos de los grupos comprenden un par de elementos de imagen, estando dispuestos el valor de datos secundario para uno de los elementos de imagen del par para introducir un incremento en luminancia de una cantidad, y estando dispuesto el valor de datos secundario para el otro elemento de imagen del par para introducir una disminución en luminancia mediante sustancialmente la misma cantidad, al menos donde los valores respectivos de datos de imagen de los dos elementos de imagen del par son iguales.
4. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el cambio de luminancia introducido mediante el valor de datos secundario se determina de manera que o bien la luminancia resultante de uno de los elementos de imagen del par está cerca a un máximo de luminancia o la luminancia resultante del otro elemento de imagen del par está cerca de una luminancia mínima.
5. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la respuesta de luminancia sobre el eje del panel de pantalla es no lineal con respecto a variaciones en el valor de datos de imagen.
6. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los valores de datos laterales forman juntos una imagen lateral de distracción que se percibe por parte del espectador fuera del eje.
7. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende medios para reducir la resolución de la imagen lateral, para introducir bloques localizados que tienen valores de datos laterales de igual valor.
8. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el mapeo incorpora una conversión de la imagen y de los valores de datos laterales a equivalentes valores de luminancia respectivos dependiendo de una propiedad del panel de pantalla.
9. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la propiedad comprende un valor gamma y asociado con el panel de pantalla, y en el que el valor de luminancia equivalente M_{LUM} de un valor de datos de imagen M_{in} se calcula como $M_{LUM} = M_{in}^{\gamma}$ y el valor de luminancia equivalente S_{LUM} de un valor de datos lateral S_{in} se calcula como $S_{LUM} = S_{in}^{\gamma}$, representándose cada uno de M_{LUM} , M_{in} , S_{LUM} y S_{in} en una escala de 0 a 1.

10. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que el mapeo incorpora una transformación del valor de luminancia equivalente para el valor de datos de imagen.
- 5 11. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la transformación es asimétrica.
12. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la transformación comprende una escala y traslado de la forma $M_{cmp} = \beta \cdot M_{Lum} + \delta$, donde β y δ son parámetros predeterminados y respectivos de escala y traslado, M_{Lum} es el valor de luminancia equivalente para el valor de datos de imagen y M_{cmp} es el valor escalado y trasladado para el valor de datos de imagen, representándose M_{Lum} y M_{cmp} en una escala de 0 a 1.
- 10 13. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 12, en el que β es un valor entre 0,35 y 0,55, y δ es un valor entre 0,02 y 0,08.
- 15 14. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 13, en el que β es un valor entre 0,42 y 0,5, y δ es un valor entre 0,03 y 0,07.
- 15 15. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que la transformación depende del valor de datos laterales.
- 20 16. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 15, cuando depende de la reivindicación 12, en el que los diferentes valores para β y δ se usan dependiendo del valor de datos laterales.
- 25 17. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que la relación de fuera del eje respecto a sobre el eje tiene una primera sección que es más no lineal que una segunda sección y en el que un primer subconjunto de los elementos de imagen se transforma de una primera manera para que la amplitud de luminancia transformada tenga un primer grado de superposición con la primera sección, y un segundo subconjunto de los elementos de imagen se transforma de una segunda manera, diferente de la primera manera, para que la amplitud de luminancia transformada tenga un segundo grado de superposición con la primera sección, siendo el primer grado de superposición mayor que el segundo grado de superposición.
- 30 18. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 17, cuando depende de la reivindicación 12, en el que β se sustituye por $x \cdot \beta$, y donde x toma un primer valor para aquellos valores de datos de imagen del primer subconjunto, y un segundo valor, diferente del primer valor, para aquellos valores de datos de imagen del segundo subconjunto.
- 35 19. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el primer valor es menor que el segundo valor, tal como 0,1 y 1 para el primer y el segundo valor respectivamente.
- 40 20. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19, en el que el mapeo incorpora una transformación del valor de luminancia equivalente para el valor de datos laterales.
- 45 21. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 20, en el que la transformación es de la forma $S_{cmp} = S_{Lum} \times (0,5 - |M_{cmp} - 0,5|)$, donde S_{Lum} es el valor de luminancia equivalente para el valor de datos laterales y S_{cmp} es el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales, representándose S_{Lum} y S_{cmp} en una escala de 0 a 1.
- 50 22. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 20 o 21, en el que se especifica un valor mínimo mayor que cero para el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales.
- 55 23. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 20, 21 o 22, que comprende añadir o sustraer un múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales a/desde el valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos de imagen, realizándose la elección entre adición y sustracción dependiendo del valor de datos espaciales.
- 60 24. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 23, en el que el múltiplo es 1.
- 65 25. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 23, en el que se usan diferentes múltiplos para diferentes subconjuntos de elementos de imagen.
26. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende sustraer un primer múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales para un primer subconjunto de elementos de imagen, y añadir un segundo múltiplo del valor de luminancia equivalente transformado para el valor de datos laterales para un segundo subconjunto de elementos de imagen, siendo el número de elementos de imagen en el segundo subconjunto N veces que en el primer subconjunto, y siendo el primer múltiplo N veces el segundo múltiplo.

- 5 27. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 26, en el que la relación de fuera del eje respecto a sobre el eje tiene una primera sección que es más no lineal que una segunda sección, y en el que la cantidad de cambio de luminancia introducida mediante el valor de datos secundarios se determina para ser mayor donde el valor de luminancia equivalente para un valor de datos de imagen se encuentra en la segunda sección que donde el valor de luminancia equivalente se encuentra en la primera sección.
28. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende circuitería para determinar el valor de datos espaciales a partir de información espacial referente al elemento de imagen.
- 10 29. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 28, en el que la información espacial comprende coordenadas de imagen horizontales y verticales asociadas con el elemento de imagen.
- 15 30. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que se proporcionan menos valores de datos laterales que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos lateral para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.
- 20 31. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que se proporcionan menos valores de datos espaciales que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos espaciales para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.
- 25 32. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que se proporcionan menos valores de datos secundarios que valores de datos de imagen existentes, usándose al menos un valor de datos secundarios para una pluralidad de diferentes valores de datos de imagen.
- 30 33. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende circuitería para filtrar la imagen, tal como se representa mediante los valores de datos de imagen, para añadir una cantidad de borrosidad preferentemente a cualquier característica de imagen de frecuencia mayor, tales como líneas.
- 35 34. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el valor de salida se usa como la tensión de señal.
- 36 35. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el panel de pantalla comprende una pluralidad de píxeles teniendo cada uno una pluralidad de componentes de color, y en el que cada elemento de imagen se asocia con uno de tales componentes de color individuales.
- 40 36. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 35, cuando depende de la reivindicación 3, en el que los elementos de imagen del par se relacionan respectivamente con el mismo componente de color de diferentes píxeles.
- 45 37. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con la reivindicación 36, en el que los elementos de imagen del par son de píxeles adyacentes horizontal o verticalmente.
- 50 38. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 37, cuando depende de la reivindicación 8, en el que se usan diferentes conversiones respectivamente para al menos dos componentes de color, basándose en diferentes propiedades respectivas del panel de pantalla asociadas con aquellos componentes.
39. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 38, cuando dependen de la reivindicación 17 o 26, en el que el primer subconjunto comprende elementos de imagen desde diferentes píxeles respectivos, asociándose cada elemento de imagen del primer subconjunto con un componente de color diferente.
40. Un dispositivo de pantalla de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende medios para incrementar la no linealidad de la relación de luminancia fuera del eje respecto a luminancia sobre el eje.

FIG. 1

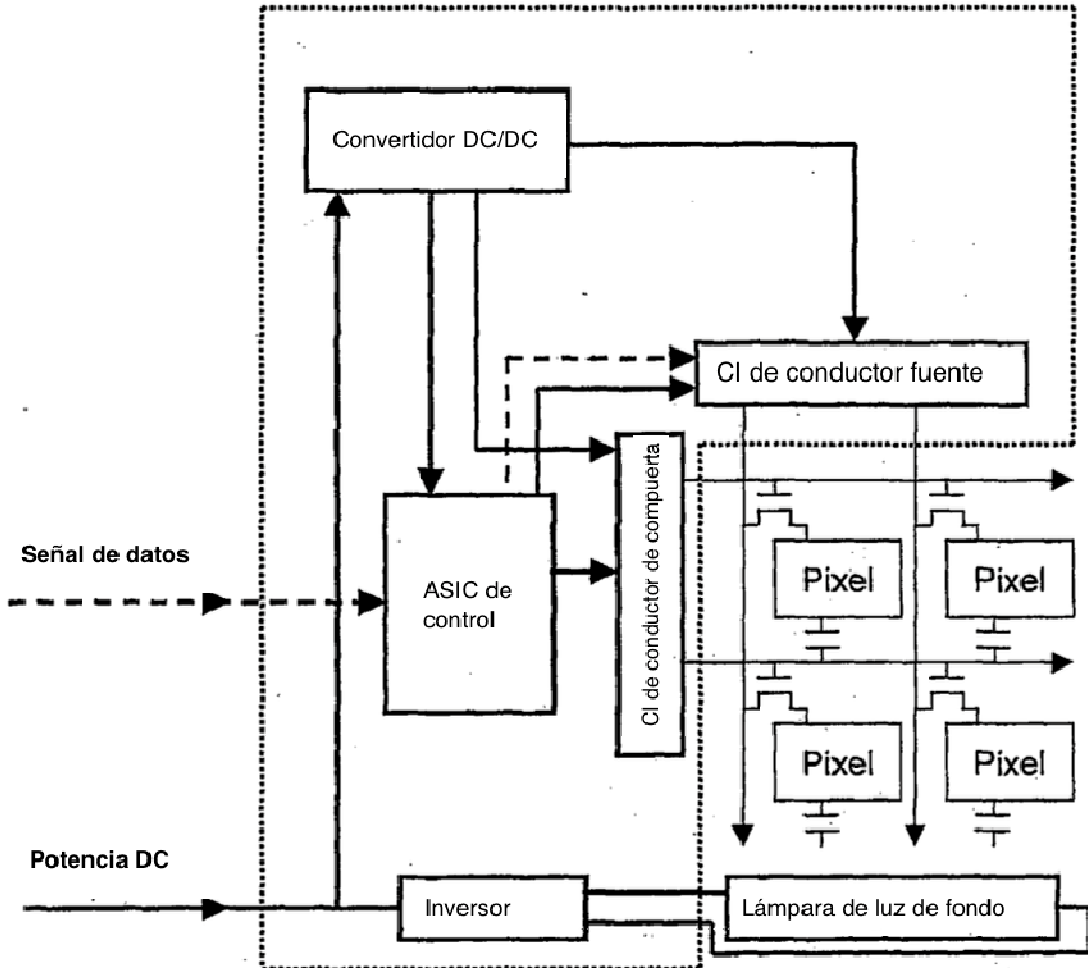


FIG. 2

Valor de datos de imagen principal		Tensión de salida
0	→	x.xx V
1	→	x.xx V
2	→	x.xx V
3	→	x.xx V
4	→	x.xx V
5	→	x.xx V
6	→	x.xx V
7	→	x.xx V
8	→	x.xx V
9	→	x.xx V
10	→	x.xx V
11	→	x.xx V
12	→	x.xx V
13	→	x.xx V
14	→	x.xx V
15	→	x.xx V
16	→	x.xx V
17	→	x.xx V
18	→	x.xx V
19	→	x.xx V
20	→	x.xx V
...	→	x.xx V

FIG. 3

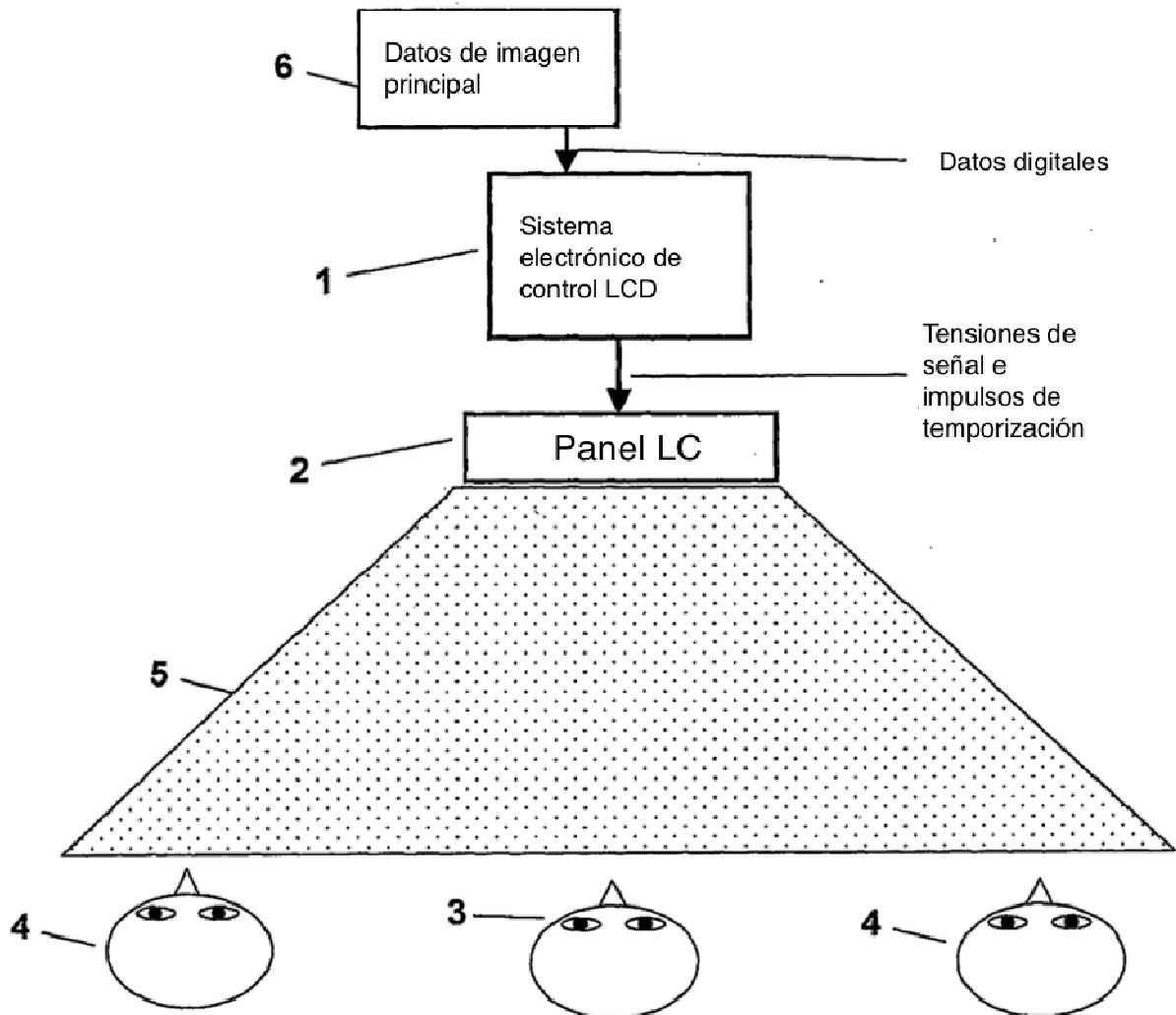


FIG. 4

Valor de datos de imagen principal	Modo privado activado/desactivado	Valor de datos de imagen lateral	Parámetro espacial		Tensión de salida
0	1	1	1	→	x.xx V
0	1	0	1	→	x.xx V
0	1	1	0	→	x.xx V
0	1	0	0	→	x.xx V
0	0	0	0	→	x.xx V
1	1	1	1	→	x.xx V
1	1	1	0	→	x.xx V
1	1	1	1	→	x.xx V
1	1	1	0	→	x.xx V
1	0	0	0	→	x.xx V
2	1	1	1	→	x.xx V
2	1	1	0	→	x.xx V
2	1	1	1	→	x.xx V
2	1	0	0	→	x.xx V
2	0	0	0	→	x.xx V
3	1	1	1	→	x.xx V
3	1	1	0	→	x.xx V
3	1	1	1	→	x.xx V
3	1	0	0	→	x.xx V
3	0	0	0	→	x.xx V
4	1	1	1	→	x.xx V
...	→	x.xx V

FIG. 5

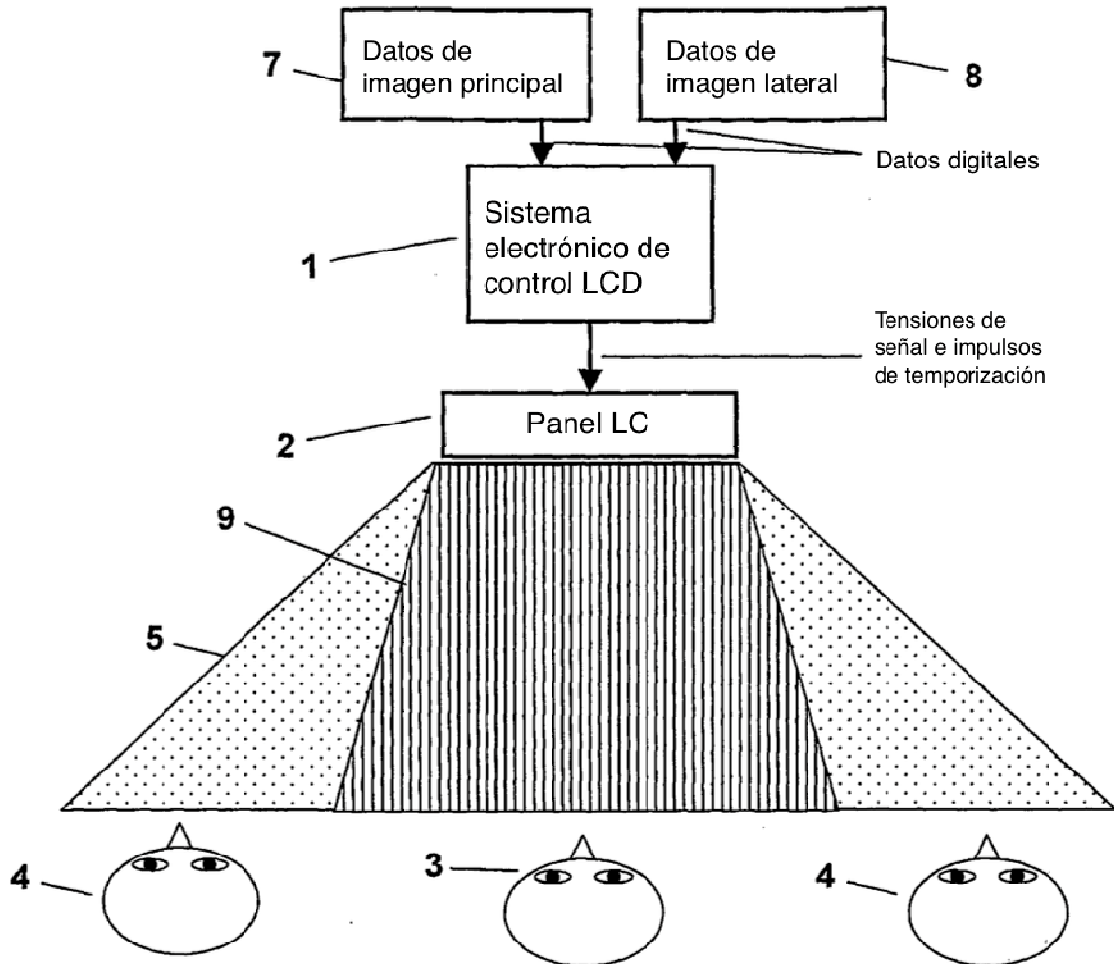


FIG. 6

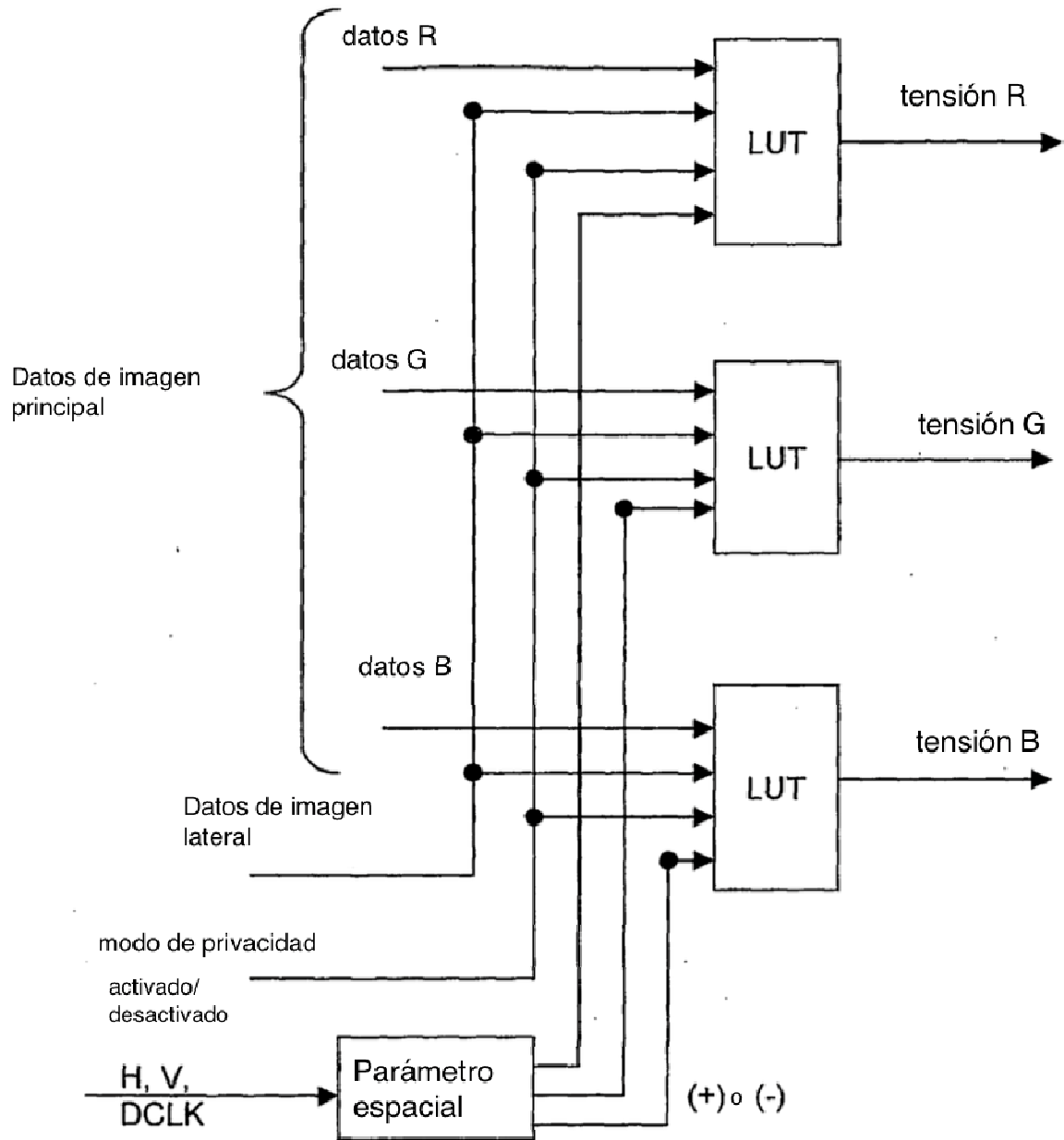


FIG. 7

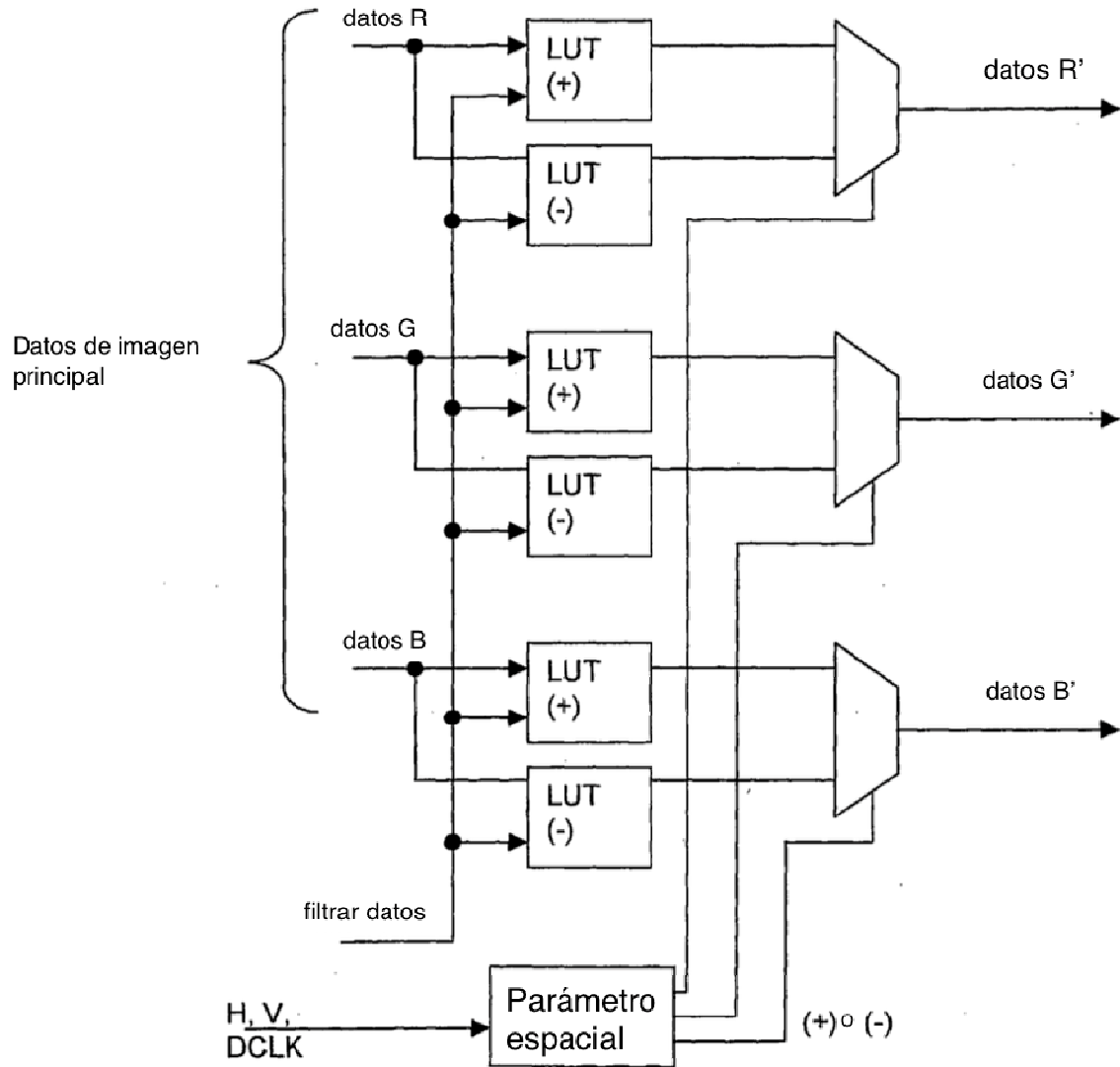


FIG. 8

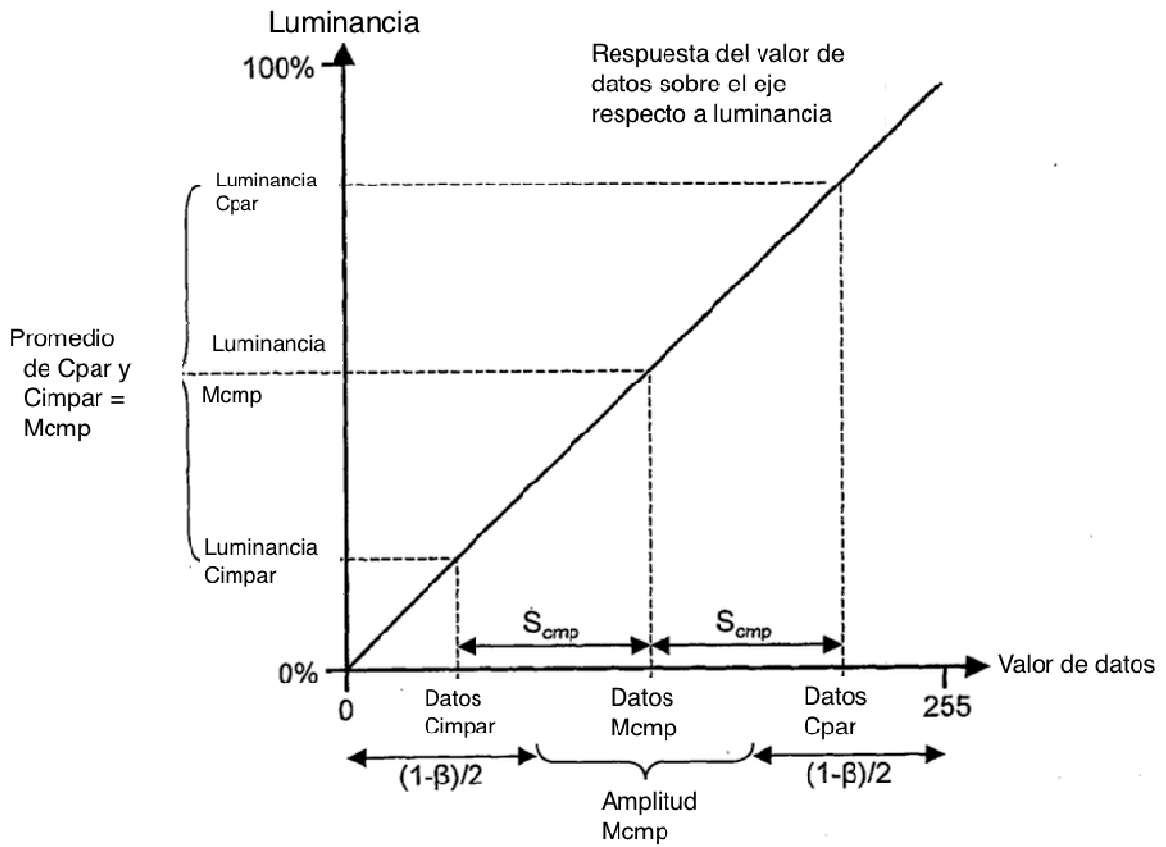


FIG. 9

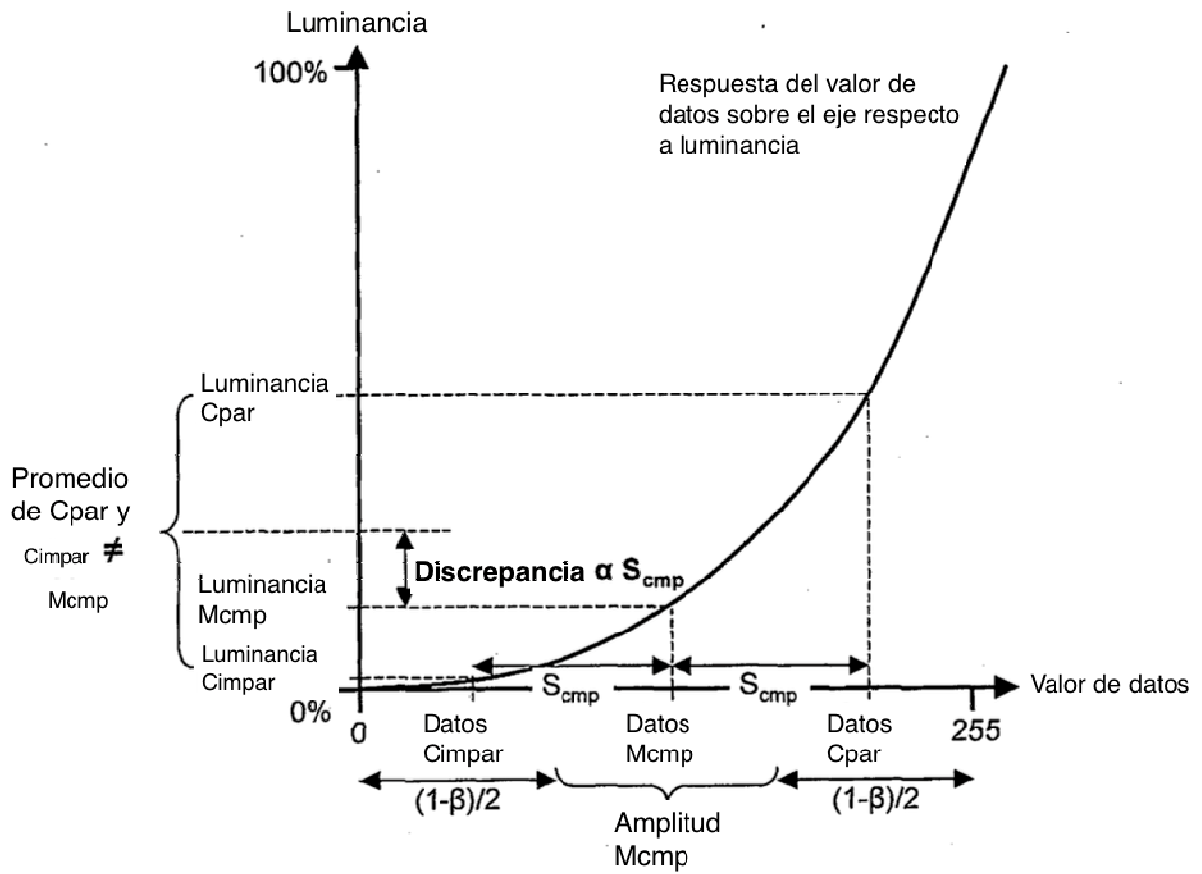


FIG. 10

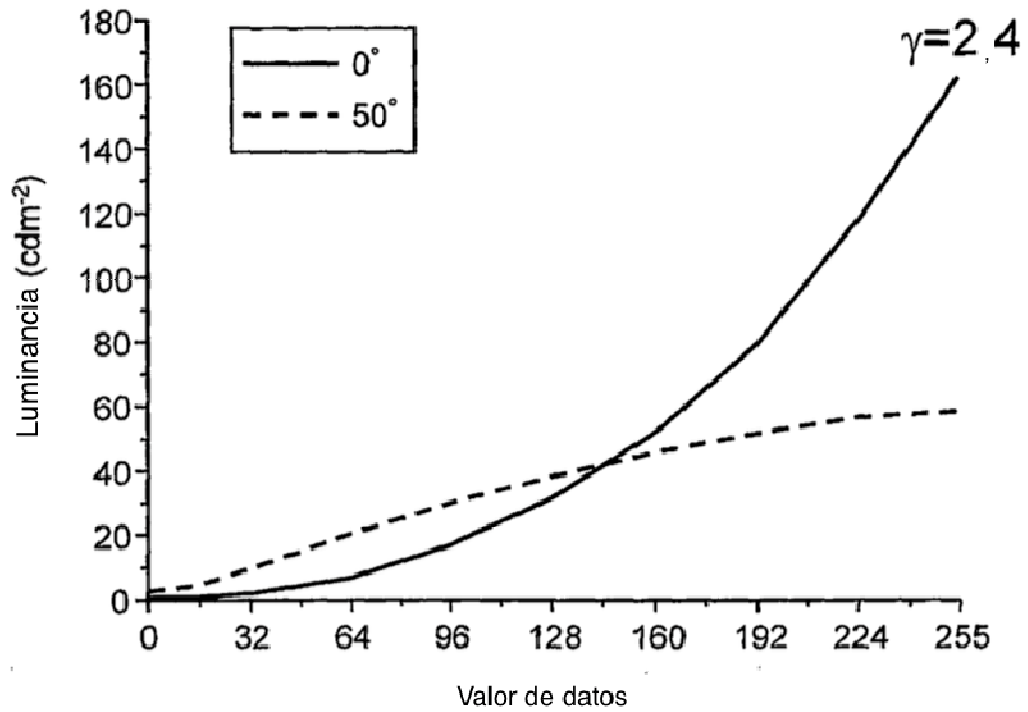


FIG. 11

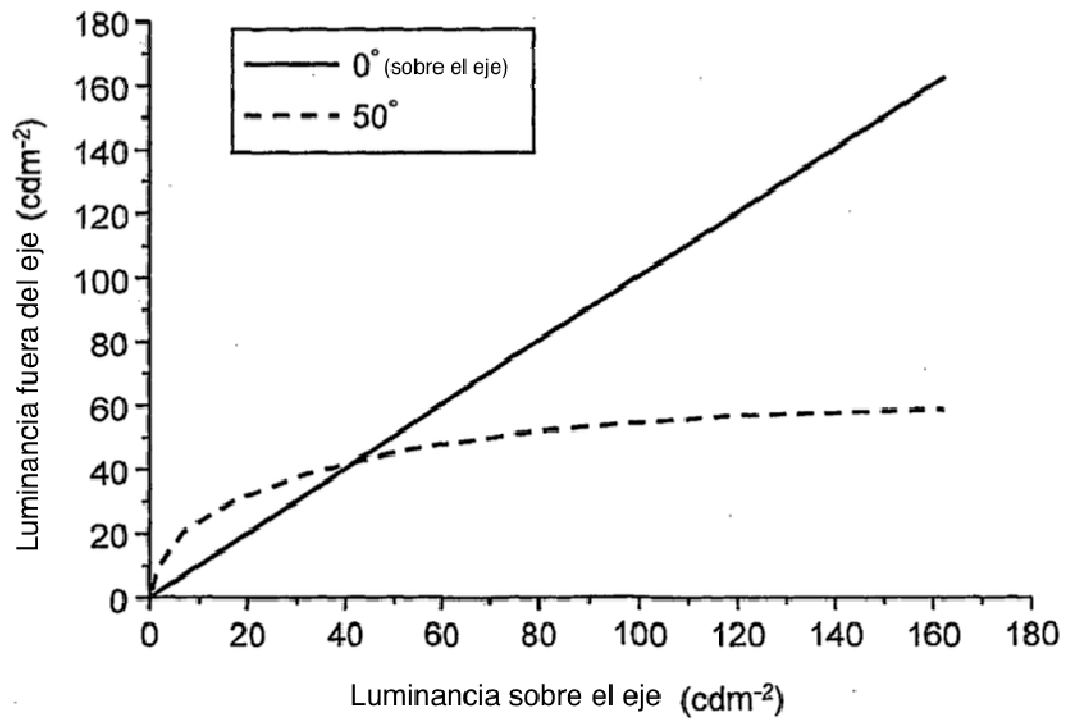


FIG. 12

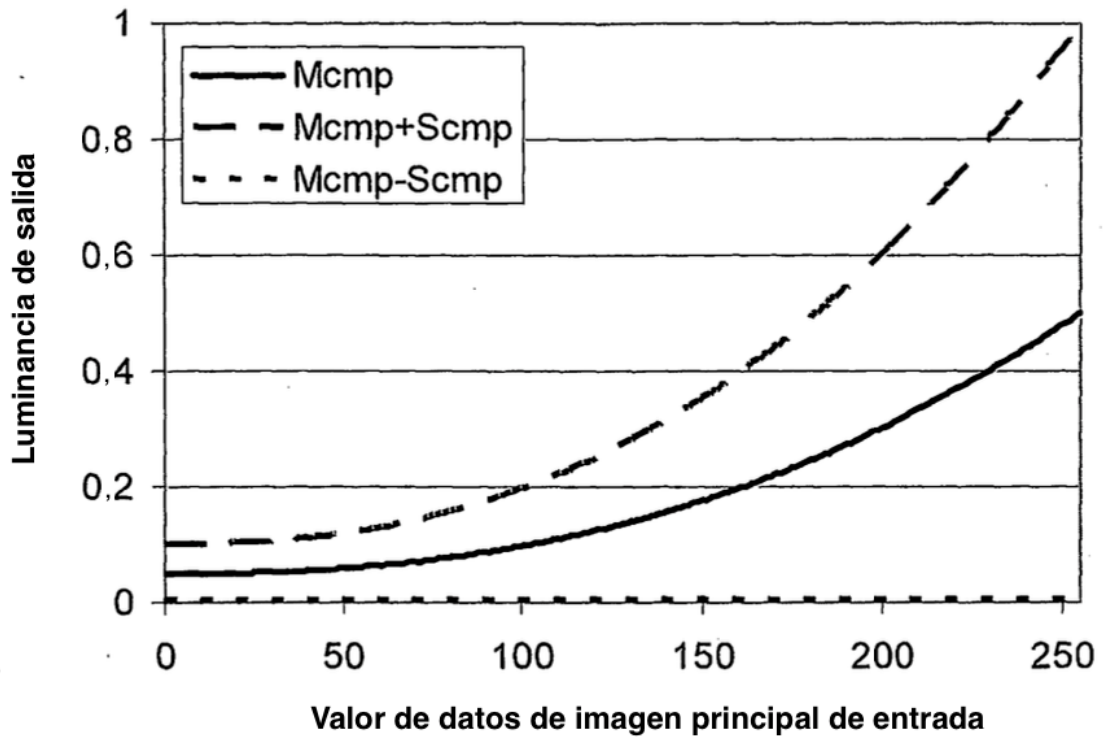


FIG. 13

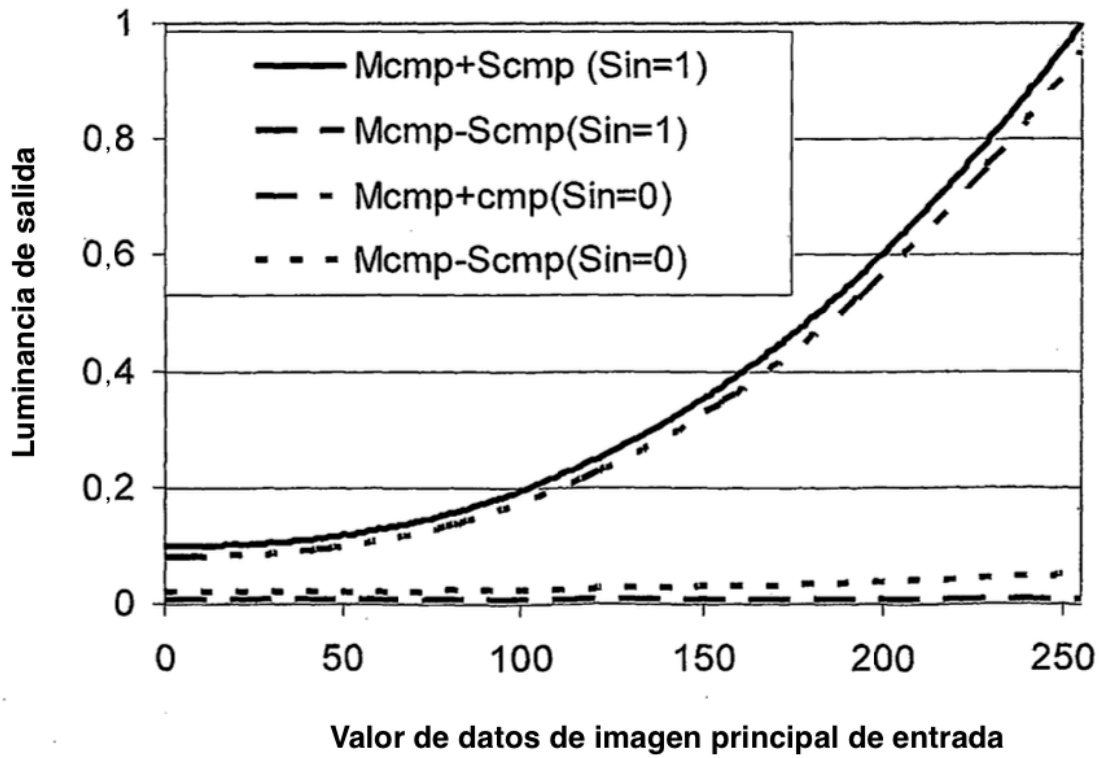


FIG. 14

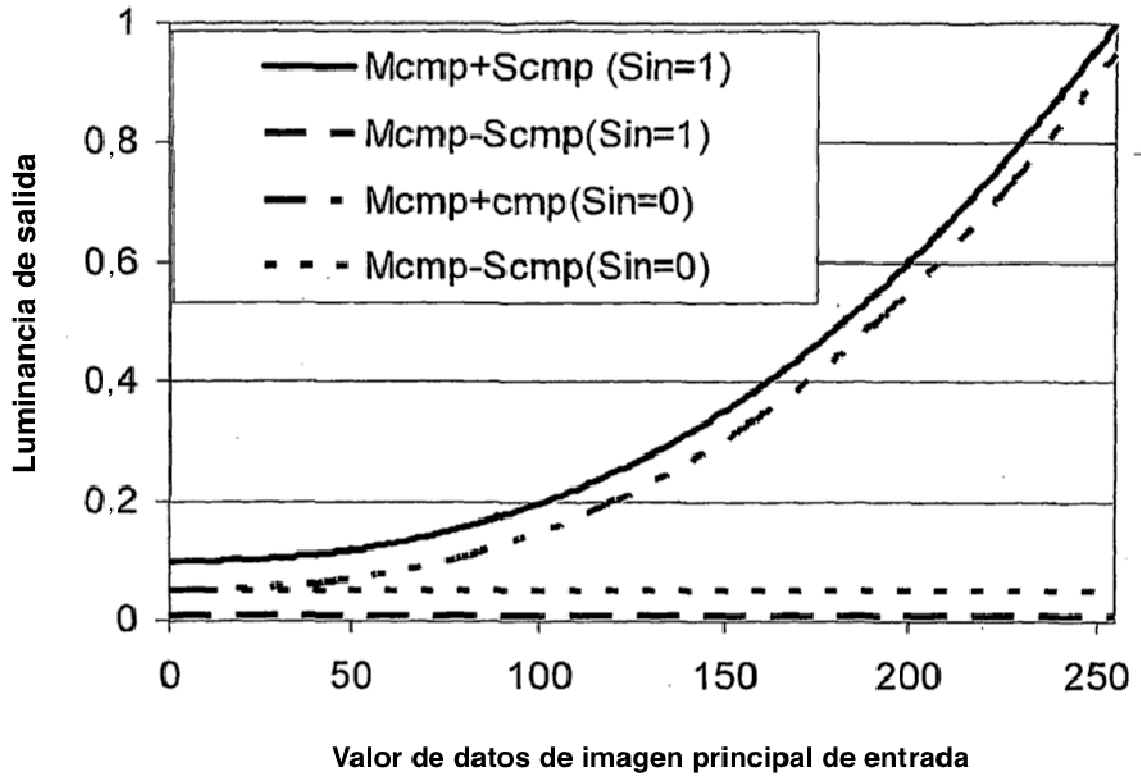


FIG. 15 A

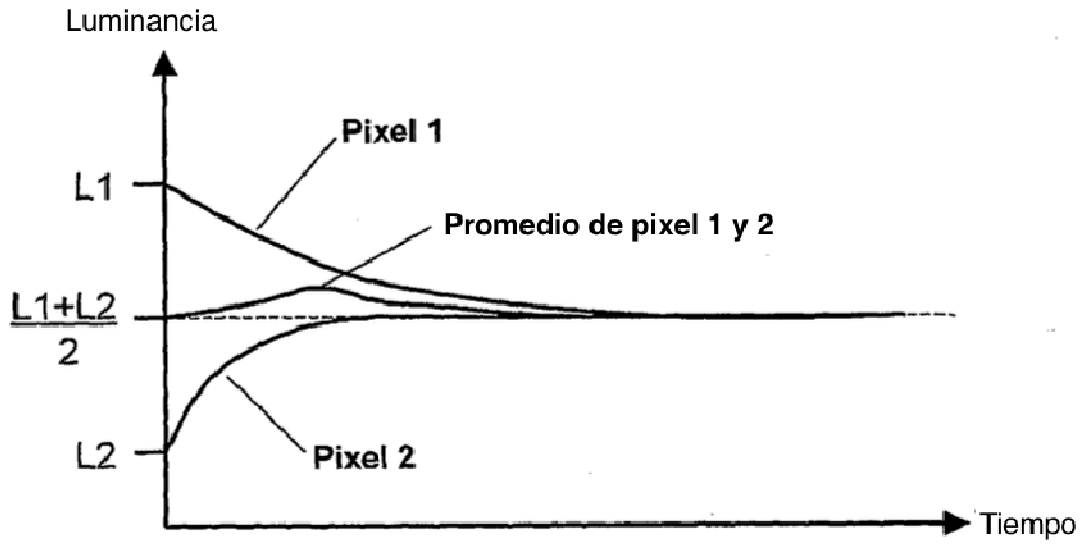


FIG. 15 B

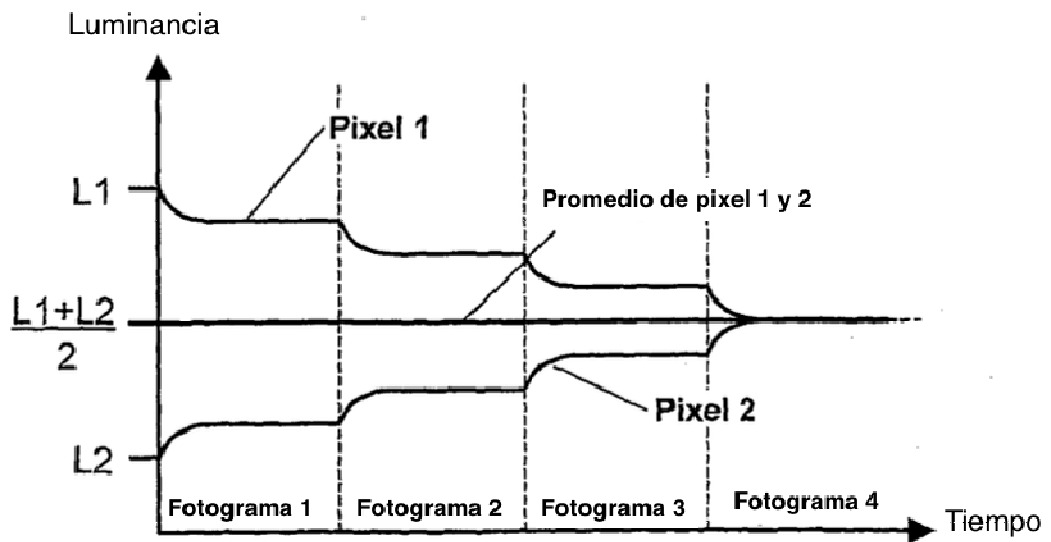


FIG. 16

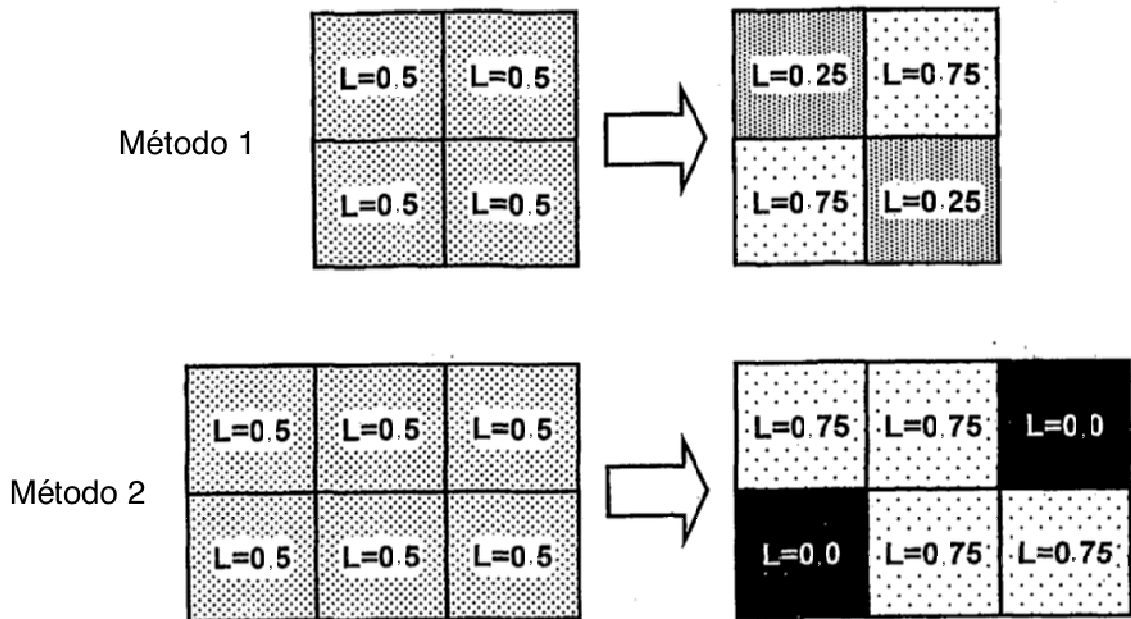


FIG. 17

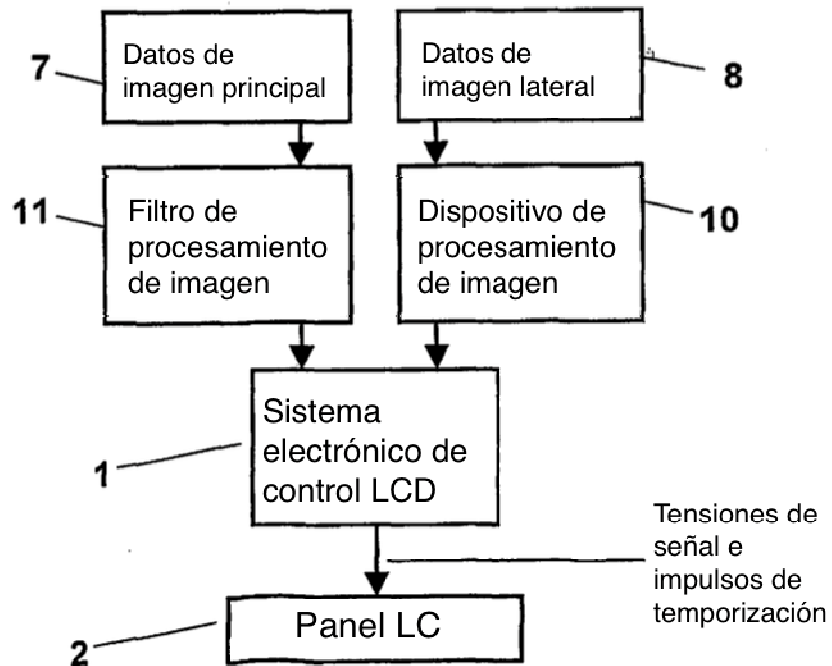


FIG. 18

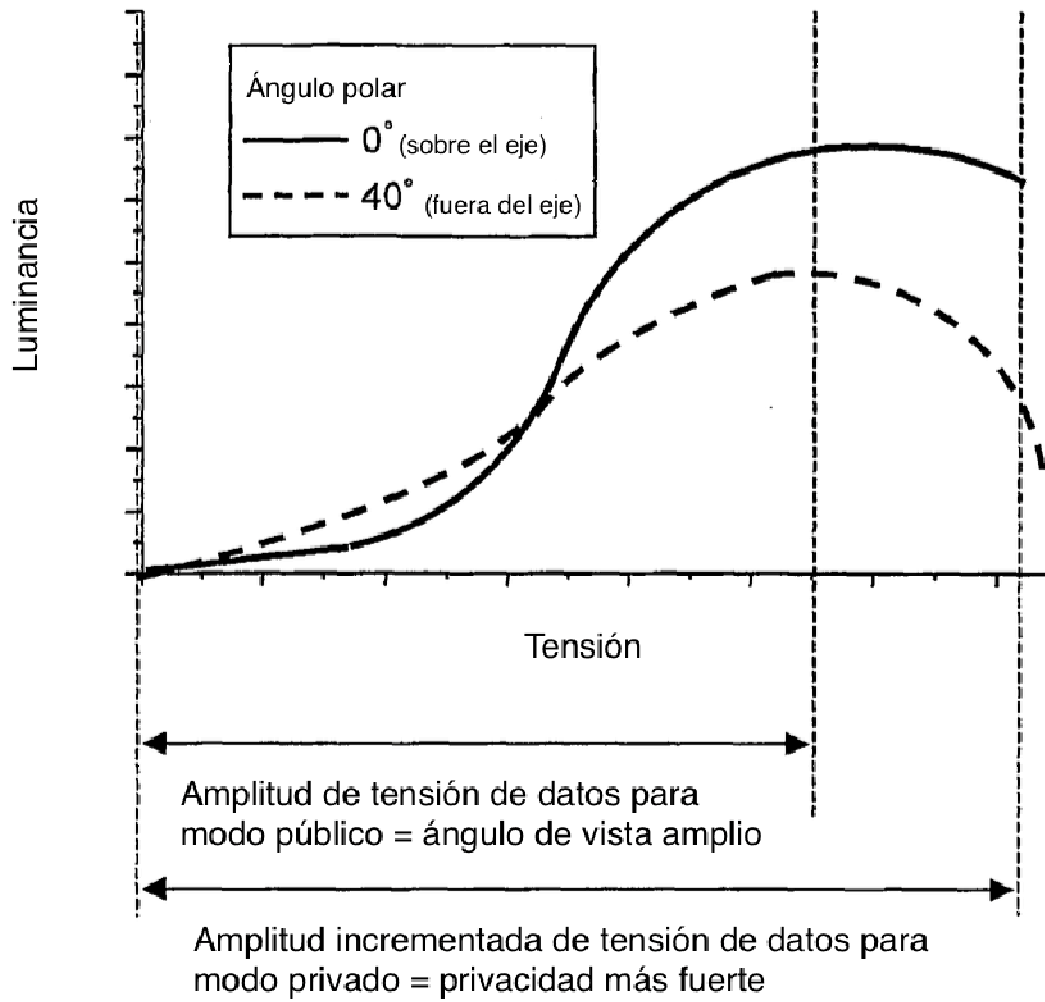


FIG. 19

