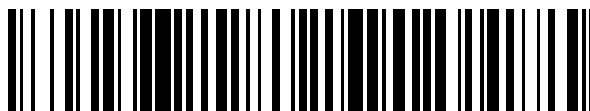


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 001**

51 Int. Cl.:

G09G 3/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2005 PCT/IB2005/050901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2005 WO05093703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2005 E 05709008 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 1733372**

54 Título: **Dispositivo de visualización que comprende una fuente de luz ajustable**

30 Prioridad:

26.03.2004 EP 04101258

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

17.01.2020

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**RAMAN, NALLIAH y
HEKSTRA, GERBEN J.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 738 001 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 visualización que comprende una fuente de luz ajustable

5 La invención se relaciona con un dispositivo de visualización que comprende una fuente de luz ajustable, un panel de visualización con píxeles de visualización para modular la luz que se origina a partir de la fuente de luz y el circuito de procesamiento acoplado al panel de visualización y la fuente de luz ajustable.

10 El documento EP 1,111,578 A1 divulga un dispositivo de visualización con una parte de modulación de luz pasiva y una fuente de luz. Se proporciona una señal de vídeo a la parte de modulación de luz pasiva para generar una imagen. La amplitud de la señal de vídeo se puede ajustar dinámicamente con base en los valores de brillo mínimo, máximo y promedio detectados de la señal de vídeo. El brillo de la fuente de luz se puede ajustar de tal manera que la imagen que se muestra en la parte de modulación de luz pasiva después del ajuste dinámico de la amplitud no varíe visualmente a partir de un nivel de brillo promedio para cada cuadro de la señal de vídeo. Es una desventaja del
15 dispositivo de visualización conocido que este ajuste de la amplitud y el ajuste correspondiente del brillo de la fuente de luz no proporcionan a todas las imágenes la mejor representación posible de estas imágenes en la parte de modulación de la luz.

20 El documento JP H11 65531 A divulga un dispositivo de visualización donde la amplitud de vídeo y el brillo de la retroiluminación se ajustan en función de un brillo máximo de píxeles de entrada, o en función de un nivel de brillo excedido en solo el 5 por ciento de los valores de píxeles.

25 El documento US 2002/130830 A1 divulga un dispositivo de visualización donde el brillo de la retroiluminación se ajusta dependiendo de la comparación entre el número de píxeles que tienen un nivel de gris por debajo de un umbral inferior fijo y el número de píxeles que tienen un nivel de gris por encima de un umbral superior fijo.

Es un objeto de la invención proporcionar un dispositivo de visualización del tipo descrito en el párrafo inicial, el cual tiene una forma alternativa de ajustar la amplitud de la señal de vídeo y el brillo de la fuente de luz.

30 El objeto se realiza porque el dispositivo de visualización comprende una fuente de luz ajustable; un panel de visualización con píxeles de visualización para modular la luz que se origina a partir de la fuente de luz; y un circuito de procesamiento acoplado al panel de visualización y a la fuente de luz ajustable, el circuito de procesamiento tiene una entrada para recibir una señal de entrada que representa niveles de gris de píxeles de una imagen que se mostrará en el panel de visualización y que comprende:

35 - medios para seleccionar un nivel de brillo atenuado de la fuente de luz en función de los niveles de gris de los píxeles de la imagen, y

40 - medios para adaptar la señal de entrada dependiendo del nivel de brillo atenuado.

La invención se define por las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas.

45 En primer lugar, se determina el nivel de brillo atenuado de la fuente de luz. Esto permite la selección de un valor que la fuente de luz puede proporcionar, teniendo en cuenta, por ejemplo, las condiciones operativas o las limitaciones de las variaciones dinámicas de la fuente de luz. Como siguiente etapa, el circuito de procesamiento adapta la señal de entrada teniendo en cuenta el nivel de brillo seleccionado. Esta secuencia permite la selección de una combinación coincidente para cada imagen de un nivel de brillo atenuado y una señal de entrada adaptada. La técnica anterior divulgada en el documento EP 1,111,578 A1 determina en primer lugar la adaptación de la amplitud de la señal de
50 entrada y después determina el nivel de brillo atenuado para que coincida con el nivel de brillo de la señal de entrada. El documento US 5,717,422 divulga una pantalla con una fuente de luz que proporciona luz de una parte de modulación de luz. Hay un control presente para controlar la intensidad de la fuente de luz como función de la característica de brillo de una imagen que se va a mostrar, a la vez que no se divulga nada sobre la adaptación de una señal de entrada acoplada a la parte de modulación en correspondencia con el control de la intensidad de la fuente de luz. El documento
55 US 6,631,995 divulga un dispositivo con una fuente de luz y un dispositivo de control de luz. A través de un amplificador de señal de vídeo, un panel de modulación de luz se controla de tal manera que el contraste de una imagen que se muestra en el dispositivo tiene un valor deseado. A través de un dispositivo de control de luz, que controla la cantidad de luz proporcionada por la fuente de luz al panel de modulación, la imagen que se muestra se corrige de tal manera que el brillo de la imagen que se muestra corresponda con un valor deseado. Entonces, esta técnica anterior, primero
60 determina el contraste deseado, y luego hasta qué punto se controla la cantidad de luz proporcionada por la fuente de luz.

65 En una realización, los medios para seleccionar están adaptados para seleccionar el nivel de brillo atenuado en función de un número de ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un brillo de píxeles de visualización por encima del nivel de brillo atenuado y/o un número de ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un nivel de brillo de los píxeles de visualización por debajo de un nivel de brillo predeterminado. En comparación con la técnica anterior

divulgada en el documento EP 1,111,578 A1, esta invención proporciona en general una atenuación adicional de la fuente de luz, dando como resultado una mejor discernibilidad de los niveles de gris oscuro correspondientes a niveles de brillo cerca al nivel de brillo mínimo a expensas de algunos recortes de los niveles de gris correspondientes a niveles de brillo cerca del nivel de brillo atenuado. El nivel predeterminado puede ser un nivel fijo o, más preferiblemente, un nivel ajustable, el cual se determina en función del nivel de brillo atenuado.

En una realización, el nivel de brillo predeterminado está formado por la relación de contraste máximo del panel de visualización y el nivel de brillo atenuado, preferiblemente dividiendo el nivel de brillo atenuado por la relación de contraste. Al seleccionar el nivel de brillo atenuado, es importante tener en cuenta el nivel de brillo mínimo resultante que se puede reproducir, ya que los niveles de gris correspondientes a un nivel de brillo por debajo de este nivel de brillo mínimo no se reproducen correctamente en el dispositivo de visualización. Cuando se determina el nivel de brillo predeterminado, un rango adecuado de valores es de 50% a 150% de la relación del nivel de brillo atenuado y la relación de contraste, particularmente un rango de 80% a 100%.

Estos y otros aspectos de la invención se explicarán y describirán adicionalmente con referencia a los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de una realización del dispositivo de visualización de acuerdo con la invención;

las Figuras 2A a 2C muestran diversas configuraciones de retroiluminación las cuales pueden aplicarse en el dispositivo de visualización de acuerdo con la invención;

la Figura 3 muestra una gráfica de la luminancia de salida del panel de visualización frente a los niveles de gris de la señal de entrada del dispositivo de visualización que ilustra la operación de una realización del dispositivo de visualización de acuerdo con la invención;

la Figura 4 muestra otra gráfica de la luminancia de salida del panel de visualización frente a los niveles de gris de la señal de entrada del dispositivo de visualización que ilustra la operación de otra realización del dispositivo de visualización de acuerdo con la invención;

la Figura 5 muestra un diagrama de bloques de una realización del circuito de procesamiento aplicado en el dispositivo de visualización de acuerdo con la invención;

la Figura 6 muestra un diagrama de flujo de una realización de acuerdo con la invención;

la Figura 7 muestra una parte de una imagen que comprende una matriz de filas i y columnas j de píxeles;

la Figura 8 muestra una realización de un enfoque de interpolación para obtener un recorte suave de acuerdo con la invención;

la Figura 9 muestra un diagrama de bloques de una realización del dispositivo de visualización de acuerdo con la invención con retroalimentación; y

la Figura 10 muestra una gráfica de los niveles de gris de salida de la señal de salida en función de los niveles de gris de la señal de entrada.

Las mismas referencias en diferentes figuras se refieren a las mismas señales o a elementos que realizan la misma función.

Una realización del dispositivo DD de visualización de acuerdo con la invención como se muestra en la Figura 1, comprende una fuente BL de luz ajustable, un panel DP de visualización con píxeles para modular la luz LB que se origina en la fuente BL de luz, y el circuito P de procesamiento. El circuito P de procesamiento está acoplado al panel DP de visualización y a la fuente BL de luz ajustable y tiene una entrada para recibir una señal VI de entrada que representa una imagen que se mostrará en el panel DP de visualización. La imagen puede estar representada por una matriz de filas y columnas de píxeles. En el caso de una imagen en movimiento (vídeo), la señal de entrada representa una secuencia de imágenes. En el caso de que la señal de entrada comprenda secuencias de partes de imágenes, por ejemplo, campos pares e impares de un cuadro de vídeo, la imagen debe interpretarse también como un campo par o impar.

El circuito P de procesamiento comprende medios para seleccionar un nivel L_{bdim} de brillo atenuado de la fuente BL de luz en función de los niveles de brillo, en lo sucesivo también llamados niveles de gris, de píxeles de la imagen a mostrar. Los medios para seleccionar pueden ser circuitos S de selección de hardware como se muestra en la Figura 1 o pueden realizarse con un software o una combinación de ambos. Los medios para seleccionar procesan la señal VI de entrada y seleccionan el nivel L_{bdim} de brillo atenuado, minimizando así sustancialmente una función de error

como se explicará más adelante. El circuito S de selección proporciona una señal BLD de activación de fuente de luz para adaptar el nivel LB de brillo de la fuente BL de luz al nivel Lbdim de brillo atenuado.

El circuito P de procesamiento comprende además medios para adaptar la señal VI de entrada en función del nivel Lbdim de brillo atenuado seleccionado. El medio para adaptarse puede ser el circuito A de adaptación de hardware como se muestra en la Figura 1 o puede realizarse con un software o una combinación de ambos. El circuito S de selección proporciona una señal AD de activación de adaptación al circuito A de adaptación en función del nivel Lbdim de brillo atenuado seleccionado. El circuito A de adaptación adapta la señal VI de entrada, tomando en cuenta así la señal AD de activación de adaptación y cualquier otra transformación necesaria para adaptar la señal VI de entrada a una señal V2 de salida, adecuada para activar el panel DP de visualización. Estas otras transformaciones pueden incluir, entre otras, la corrección gamma, la adaptación de la señal VI de entrada a las características de transmisión del panel DP de visualización, y/o la adaptación de los componentes de color de la señal VI de entrada a los colores primarios del panel DP de visualización. La señal V2 de salida que activa el panel DP de visualización, en combinación con el nivel de brillo de la luz LB de la fuente BL de luz, determina la salida L de luz de cada uno de los píxeles del panel de visualización.

La señal VI de entrada puede ser analógica o digital; esta puede representar imágenes monocromáticas o imágenes a color. En el caso de imágenes a color, la señal de entrada puede comprender una señal de luminancia separada en combinación con información de color o puede comprender componentes de color, por ejemplo en forma de una señal RGB con un componente R de color rojo, un componente G de color verde y un componente B de color azul. En el caso de imágenes a color, el término "nivel de gris" debe interpretarse como un nivel de amplitud de un componente de color. Estos niveles de gris o niveles de amplitud pueden ser niveles discretos en el caso de una señal de entrada digital. Por ejemplo, en el caso de una señal digital de 8 bits, son posibles $2^8 = 256$ niveles de gris o niveles de amplitud.

La fuente BL de luz puede ser una unidad BL1 de retroiluminación de una sola lámpara con una lámpara L1 como se muestra en la Figura 2A para iluminar todo el panel DP de visualización. Alternativamente, como se muestra en la Figura 2B, puede ser una unidad BL2 de retroiluminación de múltiples lámparas con una pluralidad de lámparas L1, L2, L3, L4, cada una dirigida a iluminar una región R1, R2, R3, R4 correspondiente del panel DP de visualización. Cada una de las lámparas L1, L2, L3, L4 puede atenuarse simultáneamente con una cantidad sustancialmente igual o puede atenuarse por separado con una cantidad diferente y/o en momentos diferentes en el tiempo. En el caso de que las regiones R1, R2, R3, R4 se superpongan parcialmente entre sí, el efecto de atenuar una de las lámparas L1, L2, L3, L4 para una región particular de las regiones R1, R2, R3, R4 puede provocar un cambio de niveles de brillo en otra región los cuales se superponen con esta región en particular. En dicho caso, el cambio de los niveles de brillo se puede corregir adaptando la señal V2 de salida, de manera que esta adaptación contrarreste los cambios. Si una o más de las regiones R1, R2, R3, R4 corresponden, por ejemplo, a una barra negra horizontal (o vertical) en una imagen a mostrar, la lámpara L1; L2; L3; L4 correspondiente puede apagarse completamente.

Otra alternativa, como se muestra en la Figura 2C, es una unidad BL3 de retroiluminación multicolor con una pluralidad de lámparas LC1, LC2 de color de diferente color, las lámparas LC1, LC2 de color están dirigidas a iluminar una misma región del panel DP de visualización. Por supuesto, la fuente de luz también puede estar formada por alteraciones (por ejemplo, número, tipo o posiciones de las lámparas) y/o combinaciones de las unidades de retroiluminación mencionadas anteriormente. El número de lámparas puede ser igual al número de píxeles.

Aún otra alternativa (no se muestra) es una unidad de retroiluminación, que tiene una o más lámparas que proporcionan un brillo sustancialmente constante, a la vez que la atenuación de la luz se obtiene a través de un obturador de luz, el cual controla la cantidad de luz a transmitir a partir de las lámparas al panel DP de visualización. El obturador de luz puede comprender partes las cuales se pueden controlar por separado, de modo que la cantidad de luz se pueda controlar por parte del área a iluminar.

Las lámparas pueden ser cualquier tipo de lámpara, como lámparas fluorescentes, LEDs u OLEDs.

El panel DP de visualización, como se muestra en la Figura 1, puede ser un panel de Pantalla de Cristal Líquido (panel LCD) o cualquier otro panel de modulación de luz, por ejemplo, un panel con micro espejos móviles como el utilizado en un proyector con Dispositivos de Espejo Digital. El panel LCD puede ser un panel LCD transmissivo para modular la luz que pasa a través del panel como se muestra en la Figura 1 o un LCD reflectante que modula la luz reflejada por el panel (no se muestra) o un LCD transreflectivo el cual es capaz de modular tanto la luz transmitida y la reflejada.

El panel DP de visualización puede aplicarse en un producto PR de visualización, por ejemplo, un televisor, un monitor, un ordenador portátil (laptop), un PDA o un teléfono móvil equipado con una pantalla. En general, estos productos incluyen circuitos SPC de procesamiento de señales para procesar señales recibidas a través de un terminal IN de entrada para convertirlas en la señal V1 de entrada del módulo de visualización. El terminal IN de entrada puede ser un terminal de antena o un conector a través del cual se recibe una señal de banda base. El producto PR puede ser un panel de visualización de vista directa que permite al usuario ver imágenes en la pantalla o un sistema con base en proyección que le permite ver imágenes proyectadas a partir del panel de visualización a través de un sistema óptico en una pantalla. El sistema de proyección puede ser un sistema de proyección posterior o frontal.

Para simplificar la explicación, los principios de funcionamiento de operación del dispositivo DD de visualización que se muestran en la Figura 1, se explicarán con referencia a la Figura 3 que ilustra una realización con una señal VI de entrada digital monocromática, que representa los niveles x de gris del píxel de la imagen.

Cuando se ajusta la fuente BL de luz a un nivel de brillo Lbmax máximo, el circuito A de adaptación puede diseñarse para entregar una señal V2 de salida, lo cual da como resultado una salida L de luz de un píxel de visualización en función del nivel x de gris de ese píxel correspondiente en la señal de entrada de acuerdo con la primera curva C1. En el caso de un panel ideal, la salida L de luz sería proporcional al nivel x de gris a partir de un nivel de gris cero (nivel de negro) hasta un nivel x_{max} de gris máximo disponible (nivel de blanco). Sin embargo, en la práctica, la relación CR de contraste de un panel de visualización, como un panel LCD, está limitada a un valor en el orden de magnitud de 100 a 200. Como resultado, el brillo más bajo que se puede representar es $Lbmax/CR$. Esto significa que los niveles de gris con un valor por debajo del nivel x_{umbral} de umbral no se muestran correctamente en el panel DP de visualización: todos los valores de gris oscuro de 0 a x_{umbral} tendrán la salida de luz $Lbmax/CR$.

Para algunas imágenes, puede ser ventajoso atenuar la luz de la fuente BL de luz a un nivel Lbdim de brillo atenuado para mejorar la reproducción de estos valores de gris oscuro. Esto se ilustra con la segunda curva C2. Como resultado de la atenuación, el brillo más bajo posible ahora se reduce a un nivel $Lbdim/CR$ de brillo mínimo como se muestra en la Figura 3.

Al mapear la señal V1 de entrada a la salida L de luz de acuerdo con la tercera curva C3, se obtiene una mejora adicional de la reproducción de los niveles de gris oscuro hasta un nivel de gris mínimo, siendo el nivel x_{umbral} de umbral atenuado el cual es más pequeño que x_{umbral} . Este nivel x_{umbral} de umbral atenuado corresponde al nivel $Lbdim/CR$ de brillo mínimo. Esta mejora se obtiene a expensas del recorte de los niveles de gris por encima de un nivel x_1 correspondiente al nivel Lbdim de brillo atenuado.

La señal V1 de entrada puede incluir una función $G_s(L_s)$ de pre-corrección gamma la cual se proporciona por una fuente a partir de la cual se obtiene la imagen. El término L_s representa el brillo de la imagen en la fuente. El nivel x de gris resultante de la señal VI de entrada se puede expresar como:

$$x = G_s(L_s).$$

El panel DP de visualización puede tener una característica G_d gamma que es diferente de la función G_s de pre-corrección. Cuando se maneja con un nivel x' de gris adaptado, el panel DP de visualización genera una salida L de luz de:

$$L = (Lbdim / Lbmax) \cdot G_d(x').$$

Con el fin de hacer coincidir la salida L de luz con el brillo L_s de la fuente de la imagen, el nivel x' de gris adaptado debe ser:

$$x' = G_{di}(Lbmax / Lbdim \cdot L_s) = G_{di}(Lbmax / Lbdim \cdot G_{si}(x)),$$

con G_{di} y G_{si} que representan las funciones inversas de G_d y G_s , respectivamente, se puede aplicar una tabla de consulta para determinar el nivel x' de gris adaptado como función del nivel x de gris.

De acuerdo con el contenido de una imagen, la luz BL puede atenuarse. Si la imagen contiene diversos píxeles brillantes con valores de gris cercanos a x_{max} y sin valores por debajo de x_{umbral} , entonces la fuente BL de luz puede dirigirse a su valor $Lbmax$ máximo. Cuando una imagen contiene muy pocos píxeles con un nivel de gris por encima de x_1 y diversos píxeles con un nivel de gris por debajo de x_{umbral} , entonces la fuente BL de luz se conduce preferiblemente al nivel Lbdim de brillo atenuado. El nivel Lbdim de brillo atenuado y el correspondiente nivel x_1 de gris se pueden determinar dinámicamente para las imágenes subsecuentes (o por región de cada una de las imágenes subsecuentes en caso de que se aplique una unidad BL2 de retroiluminación de lámpara múltiple). Si una imagen contiene dos píxeles con niveles de gris por encima de x_1 y por debajo de x_{umbral} , el deterioro de la imagen mostrada es inevitable y es necesario un compromiso. Con el fin de cuantificar el deterioro percibido de la imagen visualizada, se aplica una función de error que corresponde a la cantidad de deterioro de la imagen visualizada. Al seleccionar para cada imagen un nivel Lbdim de brillo atenuado que resulta en un valor mínimo de esta función de error, se minimiza el deterioro.

La función de error incluye un número de ocurrencias de niveles x de gris correspondientes a un nivel L de brillo por encima del nivel Lbdim de brillo atenuado y/o un número de ocurrencias de niveles x de gris correspondientes a un nivel L de brillo debajo de un nivel de brillo predeterminado, lo cual preferiblemente corresponde al nivel $Lbdim/CR$ mínimo de brillo. Una realización de la función $E_{Tot}(x_1)$ de error viene dada por la fórmula:

$$E_{Tot}(x_1) = \sum_{x=0}^{x_{umbral}} g(x)p(x) + \sum_{x=x_1+1}^{x_{max}} f(x)p(x)$$

donde $g(x)$ y $f(x)$ son funciones de ponderación, $p(x)$ es el número de ocurrencias de un píxel con el nivel x de gris dividido por el número total de píxeles en la imagen. $E_{Tot}(x_1)$ es el error como resultado de seleccionar el nivel L_{bdim} de brillo atenuado correspondiente a un nivel x_1 de gris.

Se puede omitir la división por el número total de píxeles, ya que este número es el mismo para todos los términos en la suma y resulta simplemente en la función de error resultante a escalar con el número de píxeles.

Las funciones $f(x)$, $g(x)$ de ponderación pueden ser sustancialmente iguales a uno, dando un peso igual a cada uno de los niveles de gris por encima de x_1 o por debajo de x_{umbral} .

Alternativamente, las funciones de ponderación pueden tener en cuenta la información sobre los píxeles que rodean los píxeles con un mismo nivel x de gris como se explica con más detalle a continuación.

La Figura 7 muestra una parte de una imagen que comprende una matriz de filas i y columnas j de píxeles. Cada píxel se identifica mediante una combinación de un índice de fila i y un índice de columna j . Para un nivel x de gris dado por encima del nivel x_1 de gris (por lo tanto, al ser un nivel de gris el cual se recorta), los índices i, j se determinan para los píxeles que tienen este nivel x de gris. Luego, para cada uno de los píxeles con los índices i, j así determinados, se determina el factor f_{ij} de peso. Este factor f_{ij} de peso se determina teniendo en cuenta el nivel de gris de los píxeles que rodean el píxel con los índices i, j . Los índices de fila i de los píxeles SP circundantes van a partir del valor más bajo de i menos un valor $i1$ entero hasta y que incluye un valor más alto de i más un valor $i2$ entero. Los índices de columna j de los píxeles circundantes van a partir de un valor más bajo de j menos un valor $j1$ entero hasta y que incluye un valor más alto de j más un valor $j2$ entero. El píxel con los índices i, j , por supuesto, debe excluirse de los píxeles SP circundantes. Un método adecuado para determinar este factor de peso fijo es sumar las diferencias $d(k1, k2)$ en los niveles de gris entre los píxeles SP circundantes con los índices $k1, k2$ y el píxel con los índices i, j . Solo se tienen en cuenta los píxeles SP circundantes con un valor de gris mayor que el nivel x de gris del píxel con índices i, j , ya que esto es una indicación de la cantidad de recorte y de la cantidad de detalles perdidos debido a este recorte. Por lo tanto, el factor de peso puede expresarse como:

$$f_{ij}(x) = \sum_{k1=i-i1}^{i+i2} \sum_{k2=j-j1}^{j+j2} (d(k1, k2))^b$$

, donde b es un exponente con $b \geq 1$ o $b=0$, $d(k1, k2)=0$ si $d(k1, k2) < 0$, y la suma debería excluir la combinación $k1=i$ con $k2=j$.

El valor f_{ij} se calcula para cada uno de los píxeles que tienen el valor x de gris.

La función $f(x)$ de ponderación final asociada con el nivel x de gris, puede ser el valor f_{ij} más grande encontrado para los píxeles con este valor de x . Alternativamente, $f(x)$ puede ser la suma de todos los factores f_{ij} de peso encontrados para los píxeles con este valor de x .

En otra realización, la función $f(x)$ de ponderación depende de la cantidad de recorte como se muestra en la siguiente fórmula:

$$f(x) = (x - x_1)^b \text{ para } x > x_1 \text{ y } b = 0 \text{ o } b \geq 1.$$

El término $(x-x_1)$ representa la desviación del valor gris visualizado del valor x de gris de la señal de entrada, por lo tanto, es una medida de la cantidad de recorte. La ponderación puede ser lineal seleccionando $b=1$ o no lineal seleccionando $b>1$. Todas las realizaciones proporcionadas para la función $f(x)$ de ponderación aplican mutatis mutandis a la función $g(x)$ de ponderación.

Otra realización con recorte suave se ilustra en la Figura 4. Al igual que en la Figura 3, la salida L de luz como función del nivel x de gris se muestra con x_{max} como el nivel máximo de gris. La primera curva $C1$ muestra nuevamente la curva para un panel ideal. Una cuarta curva $C4$ ilustra el recorte suave para un nivel L_{bdim} de brillo atenuado. Entre los niveles x_3 y x_2 de gris, la cuarta curva $C4$ sigue sustancialmente la primera curva $C1$, similar a la tercera curva $C3$ como se muestra en la Figura 3. Sin embargo, la diferencia con la tercera curva $C3$ es que debajo del nivel x_3 de gris la relación de la salida L de luz con respecto al nivel x de gris se aplanan gradualmente. Cuando el nivel x de gris se acerca a cero, la salida de luz se acerca al nivel L_{bdim}/CR de brillo mínimo. En la tercera curva $C3$ que se muestra en la Figura 3, todos los niveles de gris entre cero y x_{umbral} se representan con el mismo nivel L_{bdim}/CR de brillo mínimo. En la cuarta curva $C4$ con recorte suave como se muestra en la Figura 4, los niveles de gris entre cero y x_{umbral} se representan con un nivel de brillo diferente. Por lo tanto, los niveles de gris por debajo de x_{umbral} siguen siendo perceptibles, lo que mejora la calidad de imagen percibida. De manera similar, la cuarta curva $C2$ se aplanan por encima de x_2 para permitir que los niveles de gris por encima de x_1 sean perceptibles. Este aplanamiento puede ser no lineal como se muestra, pero también puede ser lineal de cero a x_3 y/o de x_2 a x_{max} para simplificar el procesamiento requerido.

Las realizaciones que se ilustran en las Figuras 3 y 4 pueden tener tablas de consulta. Estas tablas de consulta comprenden para cada nivel de gris de la señal VI de entrada un valor correspondiente del nivel de gris de la señal V2 de salida. Cuando el panel DP de visualización se maneja con estos valores de gris correspondientes de la señal V2 de salida, la salida L de luz sigue una curva en función del nivel x de gris programado en la tabla de consulta.

Si se aplica o no un recorte suave, puede depender de la cantidad de errores introducidos en la salida L de luz en función de los niveles de gris de la señal V1 de entrada. Estos errores resultan del recorte de los niveles de gris en el rango de cero a x_{umbral} y de x_1 a x_{max} , como se ilustra, por ejemplo, con la tercera curva C3 en la Figura 3.

El método conocido en el campo de los gráficos por ordenador de curvas Bezier puede aplicarse como algoritmo de suavizado, en particular la forma cuadrática de la curva Bezier. Esta forma cuadrática es simplemente una interpolación lineal de la interpolación lineal entre tres puntos P_0 , P_1 y P_2 de control como se muestra en la Figura 8. El algoritmo que se presenta a continuación se itera, indicado por los enteros h y t, para un número de muestras m en la curva de Bezier suave de la señal V2 de salida. Los niveles de gris de salida y de la señal V2 de salida en función de los niveles x de gris de la señal V1 de entrada se muestran en la Figura 10. Básicamente, la curva C4 corresponde a la curva C4 que se muestra en la Figura 4, sin embargo, ahora la relación con la señal de salida se muestra en lugar de la relación con la salida L de luz. Los niveles y de gris de salida han recibido los mismos índices que los niveles x de gris correspondientes. El algoritmo es:

$$\begin{aligned} t &= 0, \\ \text{para } h &= 1 \text{ a } m \{ \\ P_0^1 &= (1-t)P_0 + tP_1, \\ P_1^1 &= (1-t)P_1 + tP_2, \\ P(t) &= (1-t)P_0^1 + tP_1^1, \\ t &= t + (1.0/m) \} \end{aligned}$$

El recorte suave en los niveles de blanco se implementa utilizando $P_0 = y_2$ (elegido arbitrariamente pero debe ser más pequeño que y_{max} y mayor que cero; ver también la Figura 10), $P_1 = y_{\text{max}}$ y $P_2 = y_{\text{max}}$. El número de muestras m puede seleccionarse para que sea igual al número de niveles de gris entre x_{max} y x_2 .

Para el recorte suave en los niveles de gris oscuro, $P_0 = y_{\text{umbral}}$, $P_1 = y_{\text{umbral}}$ y $P_2 = y_3$. El valor y_3 puede ser $2^{*}y_{\text{umbral}}$, dando como resultado un número de muestras m igual a x_3 .

Si la señal VI de entrada comprende componentes de color, por ejemplo un componente R1 rojo, un componente G1 verde y un componente B1 azul, el circuito P de procesamiento se puede realizar como se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 5. El circuito S de selección está adaptado para seleccionar el nivel Lbdim de brillo atenuado para el cual se minimiza la suma de las funciones de error de cada uno de los componentes R1, G1, B1 de color. Los niveles de gris de los componentes R1, G1, B1 de color deben interpretarse como los niveles de amplitud de los componentes R1, G1, B1 de color. La suma puede determinarse con base en una adición ponderada de las funciones de error. La ponderación puede basarse en la contribución de brillo de cada uno de los componentes R1, G1, B1 de color.

El circuito S de selección proporciona la señal BLD de activación de la fuente de luz, la cual ajusta la fuente BL de luz al nivel Lbdim de brillo atenuado seleccionado. El circuito de selección también proporciona la señal AD de adaptación. Con base de esta señal AD de activación de adaptación, el circuito A de adaptación adapta los niveles de gris (amplitudes) de cada uno de los componentes de color en los respectivos circuitos AR, AG, AB de ajuste de componentes de color. Debido a la atenuación, los colores en las áreas de color gris oscuro de la imagen se reproducen más correctamente, ya que las amplitudes correspondientes a estos niveles de color gris oscuro de cada uno de los componentes de color son perceptibles en la imagen mostrada. Como se mencionó anteriormente, pueden ocurrir transformaciones adicionales en el circuito A de adaptación. En caso de que el panel DP de visualización tenga colores primarios que difieran de los colores primarios de la señal VI de entrada y/o un número diferente de colores primarios, entonces también se puede incluir la transformación de los colores primarios de la señal VI de entrada a los colores primarios del panel DP de visualización.

Una realización adicional se ilustra con el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 6:

- En una primera etapa M1, la señal VI de entrada, que representa una imagen que se va a mostrar, se analiza para detectar regiones de la imagen las cuales deberían excluirse de un análisis adicional. En el caso de una secuencia de imágenes, por ejemplo que representan imágenes de vídeo, el diagrama de flujo se repite para cada imagen subsecuente de la secuencia de imágenes. Las regiones que deben excluirse pueden ser barras negras que aparecen en la parte superior e inferior de la pantalla, barras negras en el lado izquierdo y derecho, subtítulo, visualizaciones en pantalla y/o cualquier otra información insertada en una imagen de vídeo. La detección de, por ejemplo, barras negras es bien conocida y no se elabora adicionalmente.

- En una segunda etapa M2, se determina un histograma para cada uno de los componentes R1, G1, B1 de color de la señal V1 de entrada. Cada histograma proporciona el número de ocurrencias de los niveles de gris (amplitudes) del componente R1, G1, B1 de color correspondiente. Los histogramas pueden comprender datos para todas las regiones o solo para las regiones que no están excluidas en la primera etapa M1.

- En una tercera etapa M3, la función de error se determina para cada uno de los componentes R1, G1, B1 de color para un nivel Lbdim de brillo atenuado dado.

- En una cuarta etapa M4 se agregan las funciones de error de los componentes R1, G1, B1 de color. Si el valor de la función de error no es el valor mínimo, la tercera etapa M3 y la cuarta etapa M4 se pueden repetir para diferentes valores del nivel Lbdim de brillo atenuado hasta que se encuentre el valor Lbdim del nivel de brillo atenuado el cual corresponde al valor mínimo de la función de error para esa imagen. Opcionalmente, con el fin de ahorrar energía, por ejemplo, cuando un usuario del módulo de visualización selecciona un modo de ahorro de energía, la atenuación también se puede aplicar a imágenes que no se atenuarían de acuerdo con el diagrama de flujo descrito anteriormente. En este caso, la cantidad de atenuación puede depender del valor de la función de error resultante.

- En una quinta etapa M5 opcional, se aplica el suavizado para impedir el parpadeo de la imagen mostrada por los cambios bruscos del nivel Lbdim de brillo atenuado para las imágenes subsecuentes. El suavizado se puede obtener haciendo que el valor del nivel Lbdim de brillo atenuado dependa de un nivel Lbdim de brillo atenuado suavizado que aplicó a una imagen anterior. Por ejemplo, el nivel LbdimS(n) de brillo atenuado suavizado para una enésima imagen en una secuencia de imágenes viene dado por:

$$LbdimS(n) = q \cdot Lbdim(n) + (1 - q) \cdot LbdimS(n - 1), \text{ con } q \text{ una constante: } 0 \leq q \leq 1.$$

Como resultado de la quinta etapa M5, el valor del nivel LbdimS(n) de brillo atenuado suavizado seleccionado para la enésima imagen está disponible. Este valor se traduce en una señal de activación de la fuente BLD de luz la cual genera este nivel de brillo cuando se aplica a la fuente BL de luz. Además, en la quinta etapa M5 se genera la señal AD de activación de adaptación, la cual, por ejemplo, comprende información sobre el nivel x_1 de gris correspondiente al nivel Lbdim de brillo atenuado suavizado seleccionado.

-Finalmente, en una sexta etapa M6, el nivel x_1 de gris correspondiente al nivel Lbdim de brillo atenuado suavizado seleccionado se usa para determinar de acuerdo con qué curva deben adaptarse los niveles de gris de la señal VI de entrada, por ejemplo, de acuerdo con la tercera curva C3 como se muestra en la Figura 3. Opcionalmente, se puede aplicar un recorte suave como se explica aquí anteriormente aplicando la cuarta curva C4 como se muestra en la Figura 4.

El suavizado tal como se describe en la quinta etapa M5 puede configurarse para responder más rápido a un aumento del nivel Lbdim(n) de brillo atenuado durante las imágenes subsecuentes. Esto se puede lograr seleccionando una constante q diferente durante el aumento. La ventaja es que el recorte en áreas blancas se reduce para imágenes con áreas blancas siguiendo una secuencia de imágenes oscuras. Al mismo tiempo, la respuesta relativamente lenta durante una disminución del nivel Lbdim(n) de brillo atenuado para las imágenes subsecuentes, asegura que se evite el parpadeo de la imagen mostrada. Un valor adecuado para la constante q es 0.95 durante una secuencia de niveles Lbdim(n) de brillo atenuados crecientes y q=0.05 durante otras secuencias.

El suavizado también puede tomar en cuenta los parámetros de la lámpara, por ejemplo, a qué velocidad la lámpara puede cambiar su salida de luz, o cualquier limitación requerida para asegurar una vida útil adecuada de una lámpara. El suavizado también puede tomar en cuenta las condiciones reales de operación o las condiciones históricas de operación de una lámpara.

La Figura 9 muestra un diagrama de bloques de una realización del dispositivo de visualización de acuerdo con la invención, el cual utiliza retroalimentación. El diagrama es el mismo que el que se muestra en la Figura 1, excepto que la entrada para el circuito S de selección ahora es la señal V2 de salida. Esto significa que está presente un bucle de retroalimentación, en donde el circuito S de selección determina un nivel Lbdim(n) de brillo atenuado para una enésima imagen de una secuencia de imágenes y una correspondiente señal AD de adaptación en función de los niveles de gris de la señal V2 de salida correspondiente a la (n-1)ésima imagen.

Al atenuar la fuente BL de luz y al mismo tiempo compensar la atenuación mediante la adaptación de la señal VI de entrada, el panel de visualización funciona a una mayor velocidad de transmisión (o reflexión). Especialmente para los paneles LCD, a esta mayor velocidad de transmisión, el ángulo de visión aumenta. Esto significa que la atenuación en combinación con la adaptación de la señal VI de entrada como se describe aquí anteriormente, tiene la ventaja adicional de mejorar el ángulo de visión para las imágenes atenuadas. Además, una lámpara de la fuente de luz requiere menos energía cuando se atenúa, por lo que se ahorra energía cuando se aplica la atenuación. Al mismo tiempo, se puede extender la vida útil de la lámpara.

Una ventaja adicional es que cuando la cantidad de atenuación toma en cuenta los límites operativos de la fuente de luz, es posible seleccionar primero la cantidad de atenuación la cual la fuente de luz es capaz seguir, y luego

determinar la correspondiente adaptación de la señal VI de entrada. Por lo tanto, se impide cualquier desajuste, causado por el hecho de que la fuente de luz no pueda seguir los cambios de brillo solicitados en las imágenes subsecuentes, impidiendo así el deterioro de la calidad de la imagen.

- 5 Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar diversas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la asignación de las características en los diversos bloques de software o hardware puede cambiarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1 El circuito (P) de procesamiento que tiene:

5 - una entrada para recibir una señal (V1) de entrada que representa los niveles de gris de los píxeles de una imagen que se mostrará en un panel (DP) de visualización de un dispositivo (DD) de visualización, comprendiendo el dispositivo (DD) de visualización una fuente (BL) de luz ajustable, el panel (DP) de visualización que tiene píxeles de visualización para modular la luz que se origina en la fuente (BL) de luz;

10 - salidas para acoplamiento al panel (DP) de visualización y la fuente (BL) de luz;

- medios para seleccionar (S) un nivel de brillo atenuado de la fuente (BL) de luz en función de los niveles de gris de los píxeles de la imagen; y

15 - medios para adaptar (A) la señal (V1) de entrada en función del nivel de brillo atenuado, caracterizado porque

los medios para seleccionar (S) están adaptados para seleccionar el nivel de brillo atenuado en función de: (i) un número de ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un nivel de brillo de los píxeles de visualización por encima del nivel de brillo atenuado, y (ii) un número de ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un nivel de brillo de los píxeles de visualización por debajo de un nivel de brillo predeterminado estando un nivel fijo o ajustable determinado en función del nivel de brillo atenuado, en donde el nivel de brillo predeterminado es más bajo que el nivel de brillo atenuado.

2 Un dispositivo (DD) de visualización que comprende la fuente (BL) de luz ajustable; el panel (DP) de visualización tiene píxeles de visualización para modular la luz que se origina en la fuente (BL) de luz; y el circuito (P) de procesamiento de acuerdo con la reivindicación 1.

3 Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los medios para seleccionar (S) se adaptan para seleccionar el nivel de brillo atenuado dependiendo de la cantidad de ocurrencias del nivel de gris correspondiente al nivel de brillo de los píxeles de visualización por encima del nivel de brillo atenuado y el número de ocurrencias del nivel de gris correspondiente al nivel de brillo de los píxeles de visualización por debajo del nivel de brillo predeterminado estando el nivel fijo o ajustable determinado en función del nivel de brillo atenuado.

4 Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, los medios para seleccionar (S) se adaptan para minimizar sustancialmente una función de error que incluye uno o más números ponderados de ocurrencias formadas al multiplicar cada uno de los uno o más números de ocurrencias por un factor de ponderación.

5 Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la función de error se forma mediante la adición de uno o más números ponderados de ocurrencias.

6. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 5, cuya función de error es sustancialmente:

$$E_{Tot}(X_1) = \sum_{X=0}^{X_{umbral}} g(x)p(x) + \sum_{X=X_1+1}^{X_{max}} f(x)p(x)$$

45 donde x es una variable que representa el nivel de gris de un píxel, g(x) y f(x) son funciones de ponderación, p(x) es el número de ocurrencias de un píxel con el nivel x de gris dividido por el número total de píxeles en la imagen, x₁ es el nivel de gris que proporciona el nivel de brillo atenuado, x_{max} es el nivel de gris máximo disponible en la señal (V1) de entrada, x_{umbral} es el nivel de gris correspondiente al nivel de brillo predeterminado.

7. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 6, siendo las funciones (f(x), g(x)) de ponderación sustancialmente iguales a uno.

8. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 6, al menos una de las funciones (f(x), g(x)) de ponderación está formada por una suma (f_{ij}) de desviaciones (d(k1, k2)) de niveles de gris entre un píxel y sus píxeles vecinos, con k1, k2 siendo índices que identifican los píxeles vecinos.

9. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 8, siendo el píxel, el píxel que tiene la suma más alta (f_{ij}) de todos los píxeles con este nivel de gris en una imagen.

10. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 6, al menos una de las funciones (f(x), g(x)) de ponderación está formada por una desviación del nivel de gris de un nivel de gris correspondiente al nivel de brillo atenuado o por una desviación de un nivel de gris correspondiente al nivel de brillo predeterminado.

11. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 3, estando formado el nivel de brillo predeterminado por la relación de contraste máxima del panel (DP) de visualización y el nivel de brillo atenuado.
- 5 12. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 4, la señal (V1) de entrada que comprende componentes (R1, G1, B1) de color de la imagen, una función de error de componente que se determina para cada uno de los componentes (R1, G1, B1) de color, la función de error se forma al agregar las funciones de error del componente.
- 10 13. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 2, el circuito (P) de procesamiento que comprende además medios para determinar un nivel (Lbdim S(n)) de brillo atenuado suavizado para una imagen que depende del nivel (Lbdim (n)) de brillo atenuado de la imagen y un nivel (LbdimS (n-1)) de brillo atenuado suavizado anterior de una imagen anterior, en donde n es un número de secuencia de imágenes sucesivas.
- 15 14. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 13, el suavizado tiene un tiempo de respuesta más rápido a un nivel de brillo atenuado creciente de las imágenes subsecuentes que a un nivel de brillo atenuado decreciente de las imágenes subsecuentes.
- 20 15. Un dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los medios para seleccionar (S) un nivel de brillo atenuado están adaptados además para seleccionar el nivel de brillo atenuado en función del contenido de una parte de la imagen.
- 25 16. Un método para ajustar una fuente (BL) de luz de un dispositivo (DD) de visualización, el dispositivo (DD) de visualización que comprende un panel (DP) de visualización que tiene píxeles de visualización para modular la luz que se origina en la fuente (BL) de luz; y el circuito (P) de procesamiento acoplado al panel (DP) de visualización y la fuente (BL) de luz, teniendo el circuito (P) de procesamiento una entrada para recibir una señal (V1) de entrada que representa los niveles de gris de los píxeles de una imagen que se mostrará en el panel (DP) de visualización, comprendiendo el método:
- 30 - seleccionar (S) un nivel de brillo atenuado de la fuente (BL) de luz en función de los niveles de gris de los píxeles de la imagen, y
- adaptar (A) la señal (V1) de entrada en función del nivel de brillo atenuado, caracterizado porque la selección (S) selecciona el nivel de brillo atenuado en función de: (i) un número de ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un nivel de brillo de los píxeles de visualización por encima del nivel de brillo atenuado, y (ii) un número de
- 35 ocurrencias de un nivel de gris correspondiente a un nivel de brillo de los píxeles de visualización por debajo de un nivel de brillo predeterminado, estando un nivel fijo o ajustable determinado en función del nivel de brillo atenuado, en donde el nivel de brillo predeterminado es más bajo que el nivel de brillo atenuado.
- 40 17. Un producto (PR) que comprende el dispositivo (DD) de visualización de acuerdo con la reivindicación 2, y el circuito (SPC) de procesamiento de señal para proporcionar la señal (V1) de entrada.

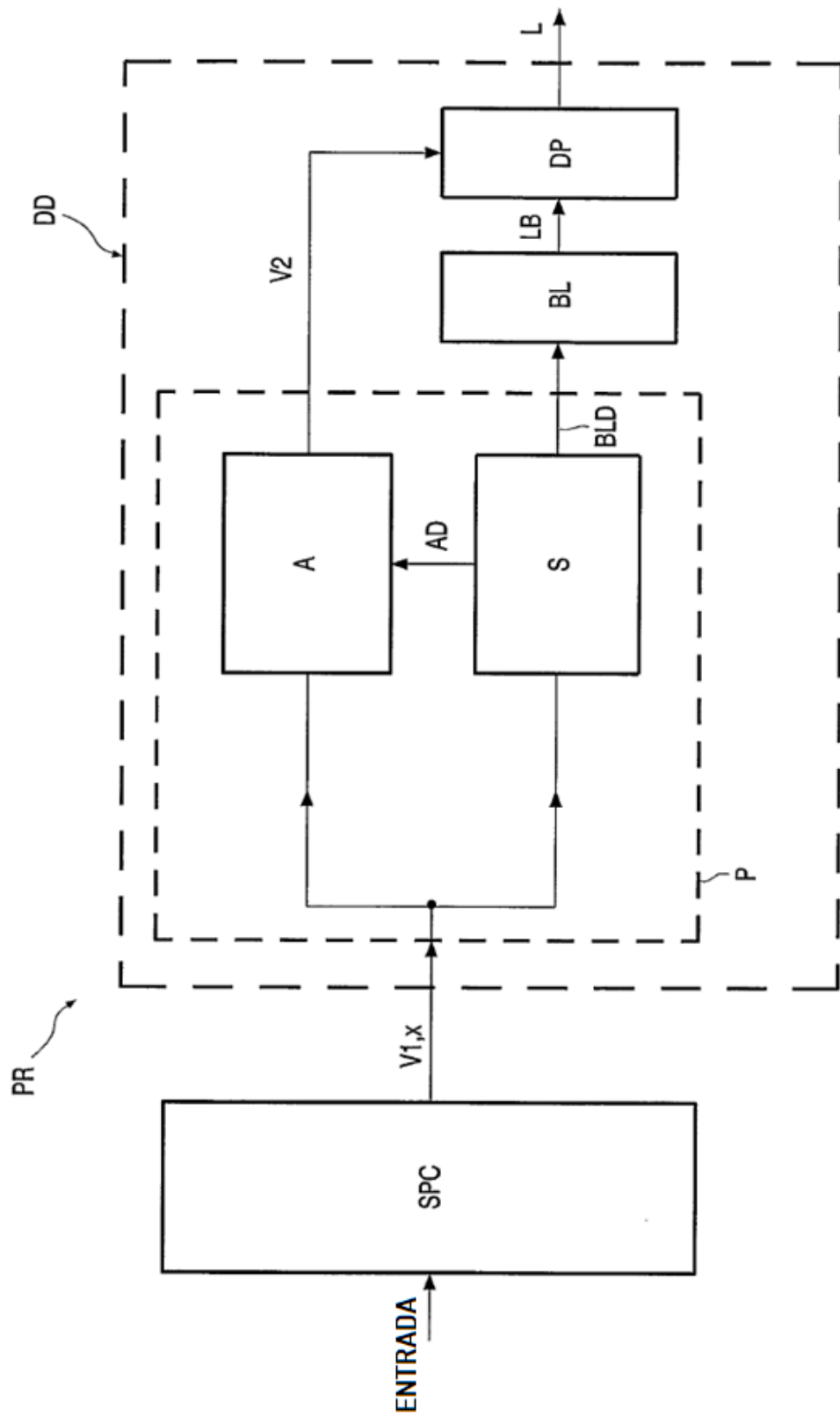


FIG. 1

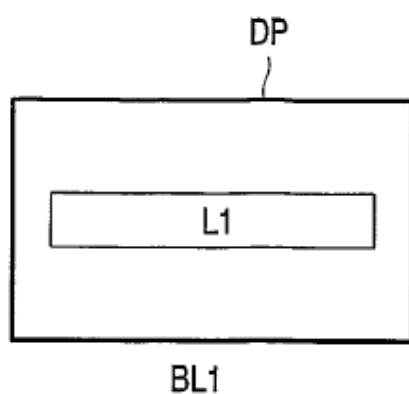


FIG. 2A

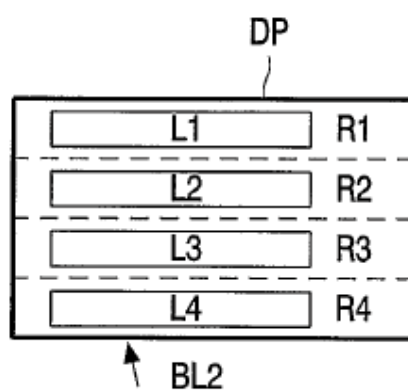


FIG. 2B

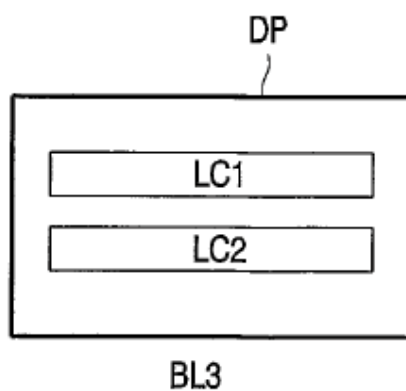


FIG. 2C

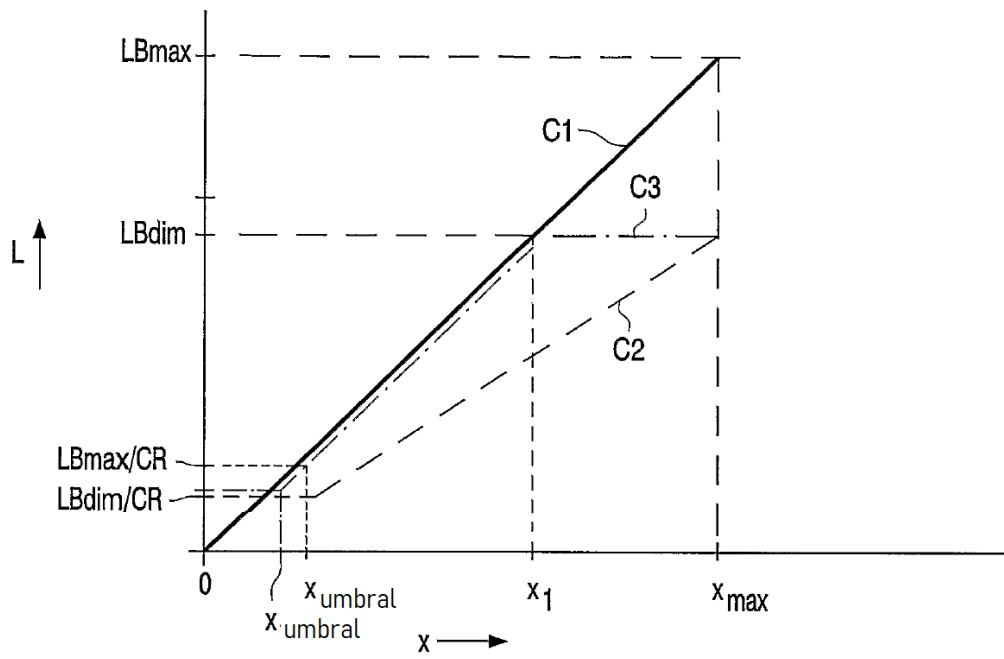


FIG. 3

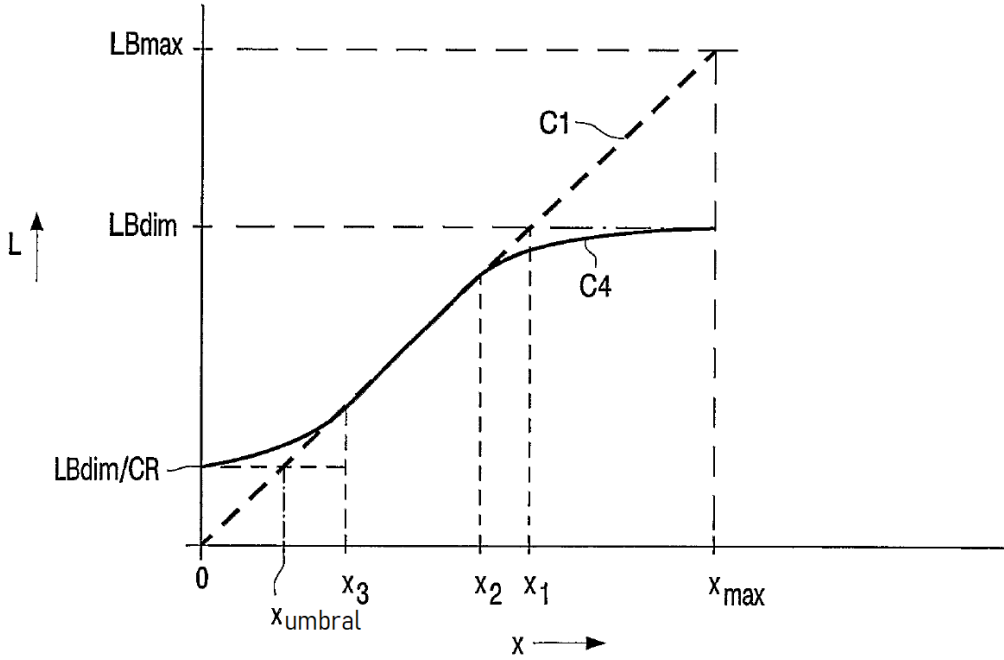


FIG. 4

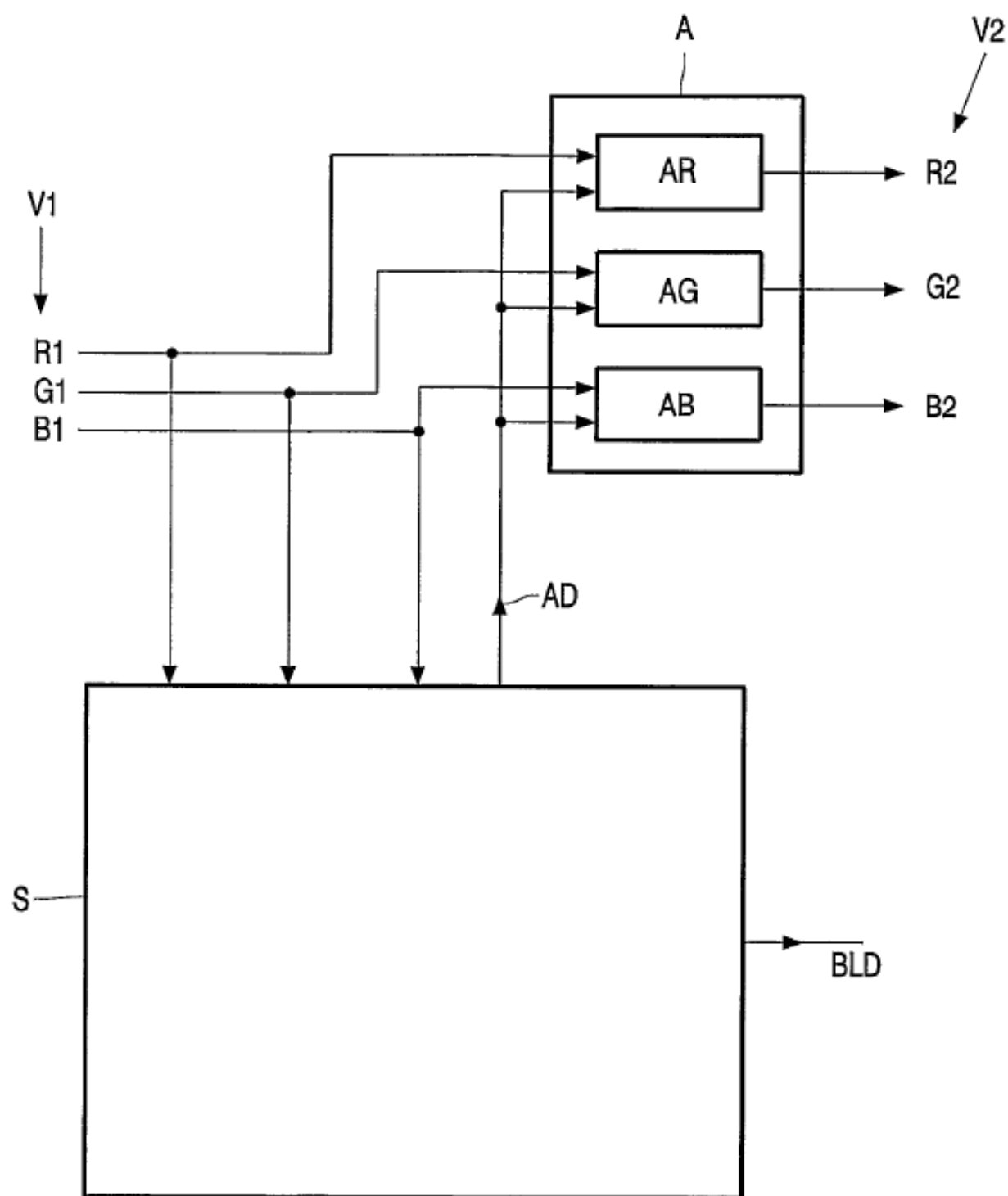


FIG. 5

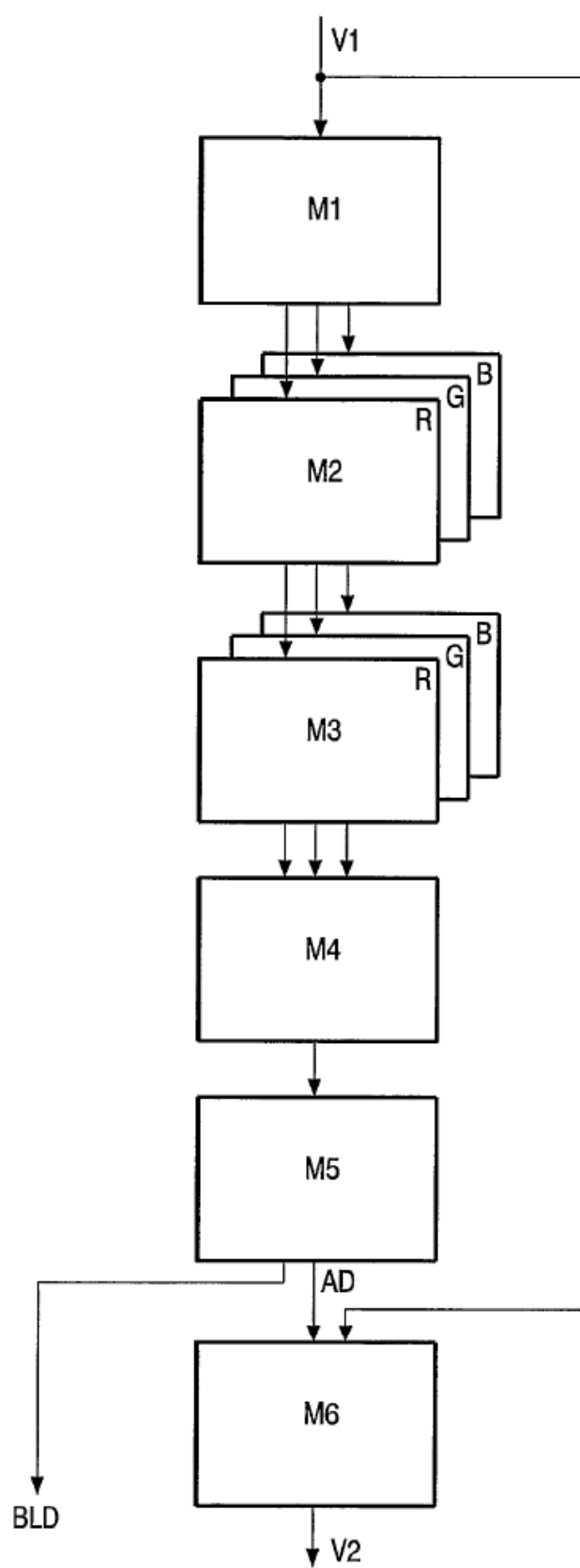


FIG. 6

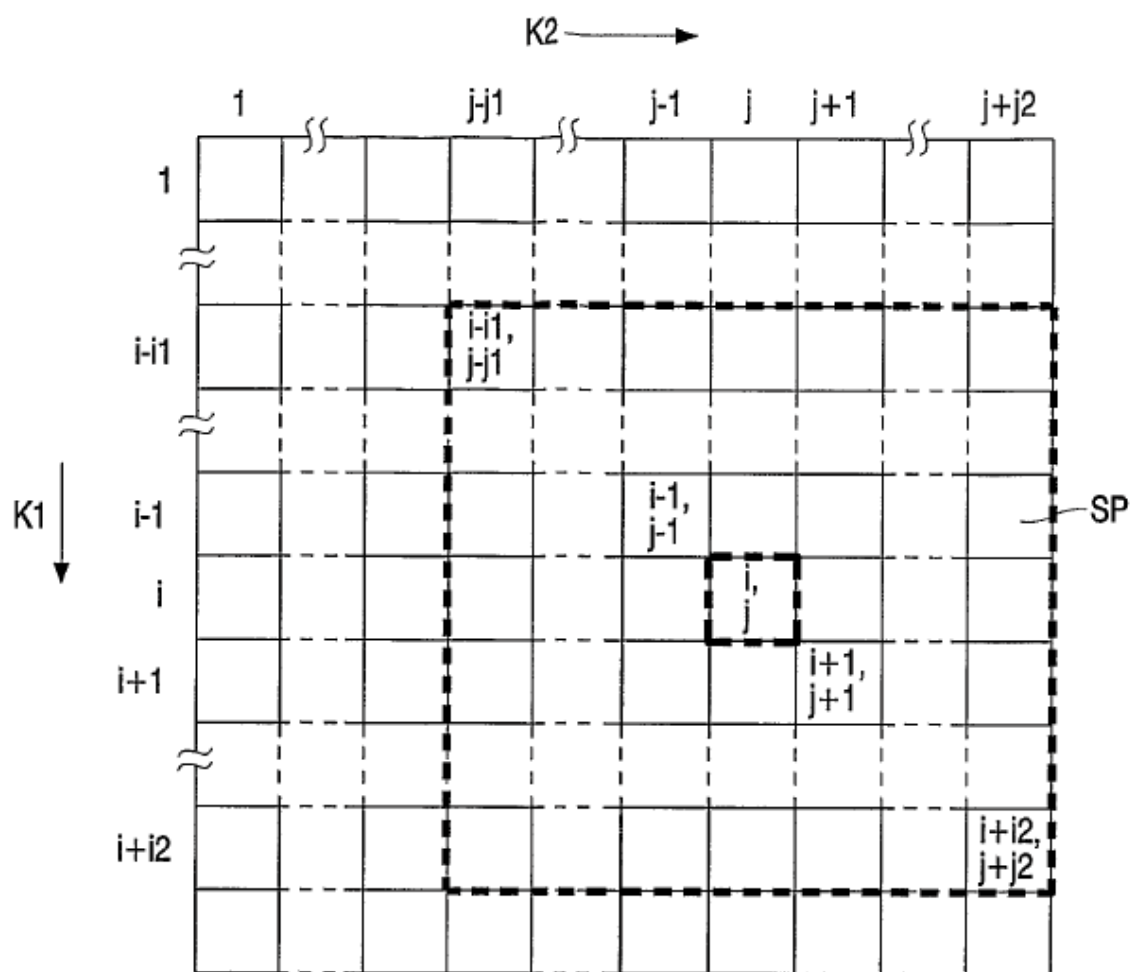


FIG. 7

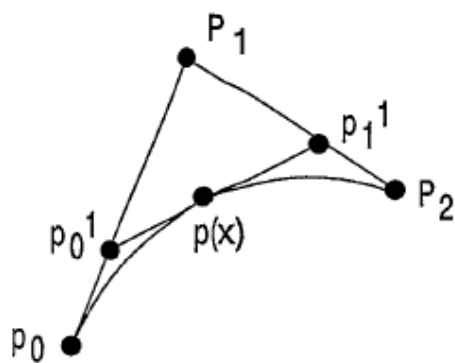


FIG. 8

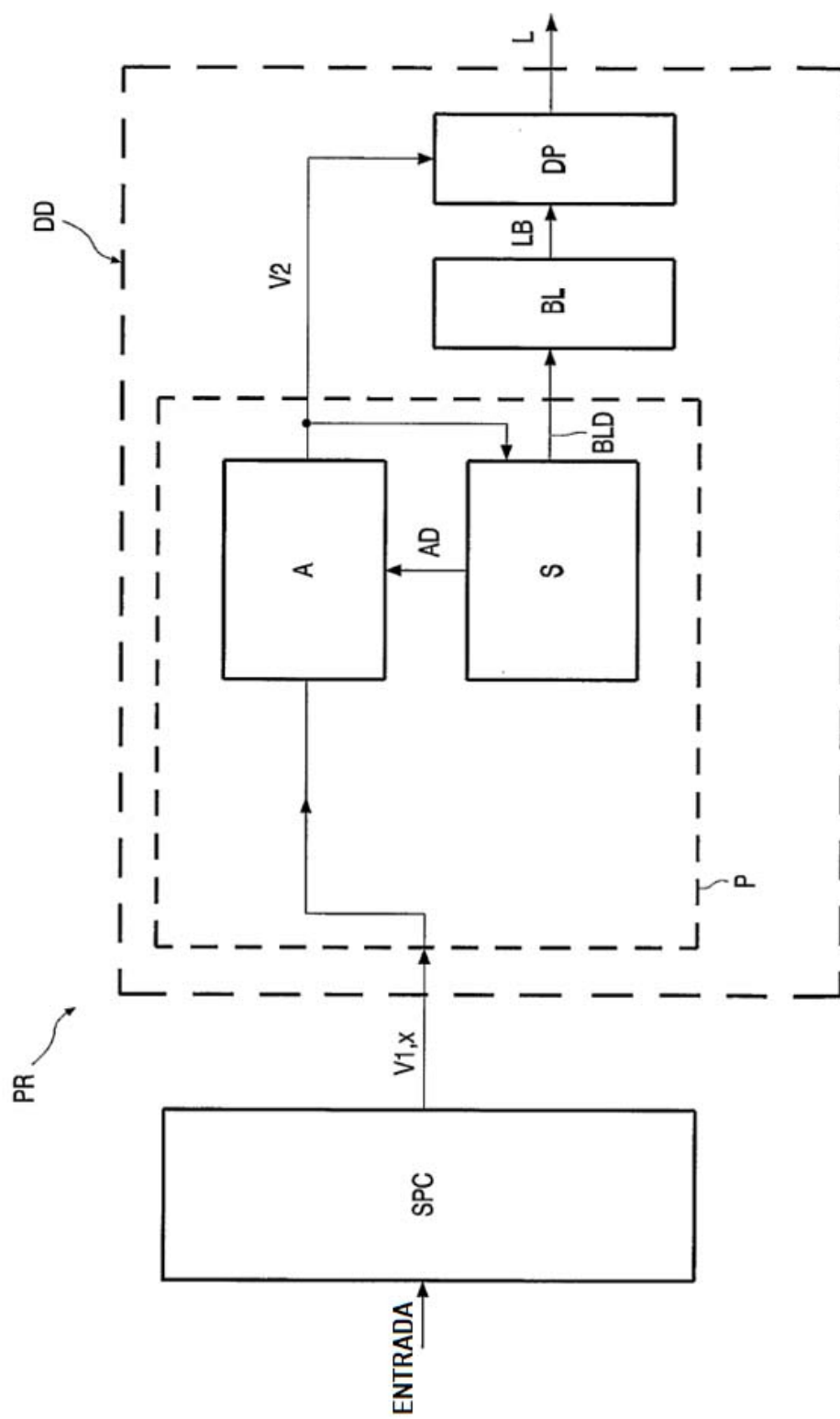


FIG. 9

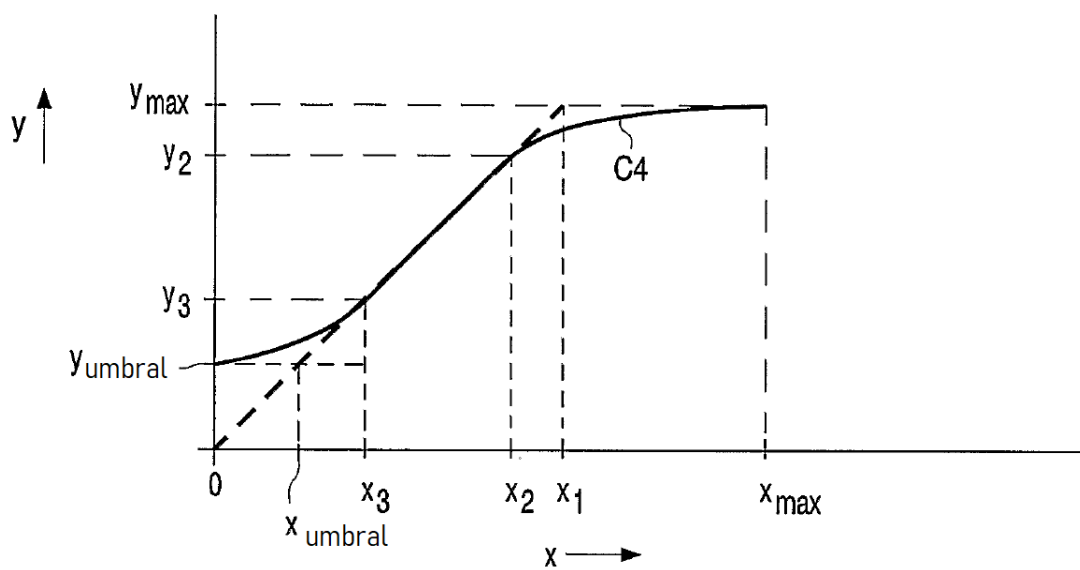


FIG. 10