

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 562**

51 Int. Cl.:

**G09G 3/00** (2006.01)

**G09G 3/20** (2006.01)

**G02B 27/01** (2006.01)

**G06F 3/01** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.10.2016 PCT/GB2016/053066**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17064467**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2016 E 16777782 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2023 EP 3363009**

54 Título: **Mejoras en y relacionadas con pantallas**

30 Prioridad:

**13.10.2015 GB 201518110**

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

**21.05.2024**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)  
6 Carlton Gardens  
London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**TRYTHALL, SIMON**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 969 562 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

Mejoras en y relacionadas con pantallas

- 5 Esta invención se refiere a pantallas digitales y, en particular, pero no exclusivamente, a pantallas digitales montadas en la cabeza o en el casco para las que se generan y muestran imágenes usando técnicas digitales. La invención proporciona un método y un aparato para generar imágenes para ver en pantallas digitales de tal manera que se reduzca la percepción de artefactos de pantalla no deseados que surjan cuando hay un movimiento relativo rápido de la pantalla y la dirección de la mirada del observador.
- 10 En los sistemas de visualización digital convencionales, las imágenes pueden generarse por un dispositivo de visualización en forma de una matriz de píxeles en la que el brillo percibido de cada píxel durante cualquier período de actualización de imagen determinado - típicamente basado en una velocidad de actualización de imagen de 50 o 60 Hz - se logra haciendo que el píxel emita pulsos de luz definidos según un esquema de modulación de ancho de pulso (PWM). Los dispositivos de visualización típicos usados para mostrar imágenes en sistemas de visualización digital incluyen dispositivos de microespejos digitales (DMD) y dispositivos de cristal líquido sobre silicio (LCoS) que pueden controlarse a nivel de píxeles para reflejar o transmitir luz incidente, respectivamente, desde una fuente de luz.
- 15 Sin embargo, un problema conocido con tales técnicas de generación de imágenes digitales surge en pantallas transparentes montadas en la cabeza o en el casco (HMD) cuando hay un movimiento relativo rápido de la HMD, en el que se observa una imagen colimada generada superpuesta sobre una escena externa, y la dirección de la mirada del observador. Este problema es particularmente perceptible cuando un observador observa una escena externa en la que se muestra un símbolo denominado “estabilizado en el espacio”; el símbolo estabilizado en el espacio previsto a aparecer en la pantalla superpuesto en una posición fija con relación a una línea de visión hacia un punto de la escena externa, independientemente del movimiento de la cabeza. Los píxeles que muestran el símbolo estabilizado en el espacio pueden parecer tener niveles de brillo diferentes a los previstos.
- 20 La patente EP1722342A1 describe un sistema que muestra vídeo al usuario en forma de una serie de imágenes de marcos secuenciales discretas, cada una compuesta por un primer número predeterminado de planos de bits. Cuando está presente una condición de movimiento, tal como un movimiento rápido de la cabeza o un objeto en el vídeo que cruza rápidamente la pantalla, el aparato hace que el dispositivo de visualización muestre las imágenes de marco usando menos planos de bits para cada imagen de marco.
- 30 El documento US5764202A describe un dispositivo de desplazamiento de imagen para mostrar imágenes en movimiento en un dispositivo de visualización de modulación temporal montado en la cabeza, tal como una pantalla LCD u otra FPD. El dispositivo de desplazamiento de imagen desplaza cada imagen componente separada temporalmente dentro de cada ciclo de visualización de imágenes componentes en escala de grises que representan cada marco de la fuente de vídeo, para reducir la desintegración de la imagen.
- 35 El documento US2014/247286A1 describe métodos y sistemas para la estabilización activa para pantallas de visualización frontal, tales como una pantalla montada en la cabeza (HMD) con un sistema de rastreo ocular, en el que un dispositivo informático portátil recibe información relacionada con el eje de la mirada de un ojo del usuario del sistema de rastreo ocular y recibe información relacionada con el movimiento del HMD desde sensores acoplados al HMD. El dispositivo informático portátil ajusta la ubicación dada del contenido visualizado en el área de visualización para compensar tal movimiento, de modo que el contenido pueda parecer estable para el usuario.
- 40 La patente EP2159752A1 describe un sistema de visualización cercano al ojo (NTE) y un método para reducir la visualización de artefactos en una pantalla de NTE que se lleva, al menos parcialmente, en la cabeza del observador. El sistema varía una característica de los marcos de contenido individuales de la imagen visualizada basándose en el movimiento detectado de la pantalla de NTE.
- 45 El documento US8970495B1 describe un sistema informático que incluye una pantalla secuencial en color (CSD) y un dispositivo de rastreo ocular para determinar el movimiento de un ojo con respecto a la CSD. El sistema informático puede compensar el movimiento del ojo ajustando una posición de visualización en la CSD de un segundo submarco de color temporalmente secuencial con respecto a una posición de visualización en la CSD de un primer submarco de color temporalmente secuencial.
- 50 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar un dispositivo de visualización digital para generar una imagen para que la vea un usuario en una pantalla, según la reivindicación 1.
- 60 Mediante este método, durante un período de actualización de imagen dado cuando hay un movimiento relativo rápido de la pantalla y la dirección de la mirada del usuario, cada pulso de luz previsto, según el esquema de PWM, para ser emitido por un píxel particular de un dispositivo de visualización puede emitirse por un píxel vecino diferente, siendo la extensión del desplazamiento de píxel para cada pulso de luz proporcional a la velocidad de movimiento relativo, teniendo en cuenta ciertas suposiciones y características predeterminadas de la pantalla.
- 65

El punto medio de cada pulso puede usarse para determinar las temporizaciones relativas.

5 En la etapa (iii) se generan los datos de velocidad para definir una velocidad de movimiento en la dirección de la mirada del ojo del usuario con relación a la pantalla tanto en acimut como en elevación. En una realización de ejemplo, tener los datos de velocidad disponibles por separado en acimut y en elevación permite calcular un desplazamiento de píxel en acimut por separado de un desplazamiento de píxel en elevación de manera que la posición del píxel desplazado se calcule como un desplazamiento vectorial cuyos componentes comprenden los desplazamientos en acimut y en elevación calculados por separado.

10 En la etapa (iv), el desplazamiento de píxeles se calcula como un número entero de píxeles en acimut y en elevación con relación a una posición de píxel prevista. Esto proporciona una mejora útil en la calidad de la imagen mostrada y al mismo tiempo evita ciertas complicaciones al ajustar los niveles de escala de grises de los píxeles vecinos, como puede requerirse si se intenta compensar los desplazamientos de píxeles con una resolución de subpíxeles.

15 En una realización de ejemplo, los datos de imagen recibidos definen el brillo de píxel como un número binario de 8 bits. Sin embargo, se pueden usar otras representaciones conocidas de niveles de brillo de píxel como entrada para el método. Además, mientras que el esquema de PWM predeterminado define ocho duraciones de pulso diferentes de duración relativa proporcional a una potencia respectiva de 2, se pueden aplicar otros esquemas de PWM conocidos en los que se pueden aplicar duraciones de pulso proporcionales a más o menos de ocho valores binarios y no binarios y se calculan los respectivos desplazamientos de píxeles.

20 En una realización de ejemplo, el sistema de rastreo puede ser un sistema de rastreo ocular dispuesto para determinar cambios en la dirección de la mirada del ojo del usuario con relación a la pantalla.

25 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de visualización digital según la reivindicación 5.

El punto medio de cada pulso puede usarse para determinar temporizaciones relativas de pulsos.

30 Se generan los datos de velocidad para definir una velocidad de movimiento de la dirección de la mirada del ojo del usuario con relación a la pantalla tanto en acimut como en elevación. En una realización de ejemplo del aparato, con tales datos de velocidad disponibles, el procesador de imágenes está dispuesto para calcular un desplazamiento de píxel en acimut por separado de un desplazamiento de píxel en elevación de manera que la posición del píxel desplazado se calcule como un desplazamiento vectorial cuyos componentes comprenden los desplazamientos en acimut y en elevación calculados por separado.

35 En una realización de ejemplo del aparato, los datos de velocidad se generan mediante un sistema de rastreo ocular dispuesto para determinar los cambios en la dirección de la mirada del ojo del usuario con relación a la pantalla.

40 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que almacena código de programa informático que, cuando se instala en un procesador de imágenes de un aparato de visualización digital y se ejecuta, hace que el procesador de imágenes implemente el método según el primer aspecto de la presente invención.

45 Se describirán ahora realizaciones de ejemplo de la presente invención con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

50 La Figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de esquema de modulación de ancho de pulso (PWM) conocido que se puede aplicar para controlar el estado de un número de píxeles vecinos que forman una parte del área de imagen de una pantalla;

55 La Figura 2 muestra esquemáticamente el efecto percibido por un observador al aplicar el esquema de PWM mostrado en la Figura 1 al mismo grupo de píxeles durante el movimiento relativo de la pantalla y la dirección de la mirada del observador;

60 La Figura 3 es un diagrama de flujo que muestra un proceso para modificar planos de bits de datos para compensar el movimiento relativo de la pantalla y la dirección de la mirada de un observador según una realización de ejemplo de la presente invención;

65 La Figura 4 muestra gráficamente un ejemplo de la percepción esperada por un observador del brillo de una línea de píxeles según lo previsto por los datos de imagen recibidos en ausencia de movimiento relativo entre la pantalla y la dirección de la mirada del observador;

La Figura 5 muestra gráficamente el efecto percibido sobre el brillo de los píxeles de la velocidad de ejemplo de movimiento relativo de la pantalla y la dirección de la mirada del observador cuando la pantalla se controla únicamente según los datos de la imagen recibida, como se representa en la Figura 4;

5 La Figura 6 muestra gráficamente cómo la luz emitida por los píxeles representados en la Figura 4 puede ajustarse mediante realizaciones de ejemplo de la presente invención para compensar la velocidad de ejemplo de movimiento relativo de la pantalla y la dirección de la mirada del observador;

10 La Figura 7 muestra gráficamente cómo se pueden reducir los efectos percibidos mostrados en la Figura 5 aplicando las correcciones a la luz de píxel emitida representada en la Figura 6 con la velocidad de ejemplo de movimiento relativo de la pantalla y la dirección de la mirada del observador; y

15 La Figura 8 muestra esquemáticamente un aparato de visualización en el que se pueden implementar realizaciones de ejemplo de la presente invención.

20 En un sistema de visualización digital típico, el brillo percibido de un píxel en una imagen generada durante un 'período de marco' o 'período de actualización de imagen' está determinado por la duración durante la que el píxel se mantiene en un estado "encendido" durante ese periodo de actualización de imagen, permitiéndole emitir/transmitir luz desde una fuente de luz iluminadora. Una imagen generada digitalmente se puede actualizar a una velocidad de actualización típica de 60 Hz o 50 Hz, lo que da un periodo de actualización de la imagen de 16,667 ms o 20 ms respectivamente. Durante cualquier periodo de actualización de imagen dado, el ojo de un observador es insensible a las variaciones en la luz de píxel emitida y, por lo tanto, un estado "encendido" de una duración requerida puede comprender una secuencia de estados de 'encendido' de diferentes duraciones, generando una secuencia correspondiente de pulsos de luz que, en duración, se suman durante el periodo de actualización de la imagen hasta la duración requerida.

25 Un nivel de brillo deseado para un píxel, por ejemplo, en el intervalo de 0 ('apagado') a 255 (brillo máximo disponible), como se puede definir en los datos de imagen recibidos mediante un valor de brillo binario de 8 bits, se puede lograr usando un esquema de modulación de ancho de pulso (PWM) que combina, en este ejemplo de 8 bits, pulsos de luz seleccionados entre ocho duraciones de pulso diferentes de longitud proporcional a una potencia respectiva de 2. Es decir, un píxel puede cambiarse a un estado 'encendido' y emitir/transmitir un pulso de luz durante un periodo proporcional a uno cualquiera de los valores 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 y 1. Como puede observarse haciendo referencia a la Figura 1a en una representación de tales periodos de pulso 'ponderados binariamente', si, por ejemplo, se requiriera una duración total de pulso de la mitad del periodo de actualización de la imagen para obtener el brillo máximo, a continuación, los periodos de pulso disponibles serían las correspondientes fracciones ponderadas binarias de un periodo de aproximadamente 8,333 ms en el caso de una pantalla de 60 Hz. En una implementación típica, puede haber pequeños periodos de tiempo insertados entre pulsos en el esquema mostrado en la Figura 1a, lo que hace que un píxel emita luz ligeramente menos de la mitad del periodo de actualización de la imagen.

30 Se activaría un estado de 'encendido' para un píxel si hay un '1' en la posición de bit respectiva en el valor de brillo de 8 bits para el píxel durante un periodo de actualización de imagen dado. El brillo máximo, en este ejemplo 255 (11111111<sub>2</sub>), se define activando un píxel durante todos los periodos disponibles, en secuencia, dentro del periodo de actualización de la imagen. Este esquema de conmutación de píxeles PWM de 8 bits se puede ilustrar según muestra la Figura 1b para un pequeño grupo de píxeles adyacentes en un área de imagen de visualización.

35 Con referencia a la Figura 1b, se muestra esquemáticamente cómo cada uno de un número de píxeles vecinos en el área de imagen de una imagen generada puede activarse para generar luz dentro de un periodo de actualización de imagen dado como una combinación respectiva de pulsos de duración relativa definida según este esquema de PWM de 8 bits y según muestra la Figura 1a. Todos los píxeles requeridos para emitir un pulso de luz de duración proporcional al valor 128 se iluminan juntos, seguido de todos aquellos requeridos para emitir un pulso de luz de duración proporcional al valor 64, etc. Los datos de control que definen los píxeles necesarios para emitir un pulso de luz de cada duración respectiva se denominarán 'plano de bits' y se pueden usar para controlar los estados de los píxeles en un dispositivo de visualización del sistema de visualización digital. El plano de bits más ponderado, que define qué píxeles se requiere para emitir un pulso de luz de mayor duración '128', puede activarse en primer lugar, según muestra la Figura 1, seguido por el plano de bits para los pulsos de duración '64', etc. Sin embargo, son posibles diferentes ordenaciones en el plano de bits, por ejemplo, el orden inverso al que se muestra en la Figura 1. Además, los periodos de pulso ponderados no binarios pueden incluirse entre los disponibles para su selección por diversas razones, aumentando potencialmente el número de pulsos que un píxel puede emitir dentro de un periodo de actualización de imagen para lograr un nivel de brillo dado. Un esquema de este tipo se describe en la solicitud de patente del Reino Unido n.º ES 1504540.4 por el presente solicitante, por ejemplo.

40 En un sistema de visualización en color, un píxel puede iluminarse con luz de cada una de las fuentes de luz roja, verde y azul, en secuencia, dentro del periodo de actualización de la imagen, consiguiendo niveles de brillo relativos usando el esquema de PWM anterior aplicado a los píxeles por separado con respecto a cada fuente de luz de color.

65 En los sistemas de pantalla digital montada en la cabeza o en el casco (HMD) en los que un combinador sustancialmente transparente permite que una imagen colimada generada aparezca superpuesta en una escena

externa visible a través del combinador, esta separación temporal de los estados “encendidos” para los píxeles vecinos es problemática cuando la pantalla se mueve rápidamente en relación con la dirección de la mirada del ojo del observador. Este movimiento relativo rápido puede deberse a un movimiento rápido del ojo mismo para alterar la dirección de la mirada hacia diferentes características de la escena externa (movimiento ocular sacádico), o al movimiento de la cabeza y, por tanto, de la pantalla, mientras el ojo mantiene una mirada fija sobre una característica visible en la escena externa (reflejo vestibulo-ocular en el caso en que la dirección fija de la mirada haya de fijarse en el espacio inercial). En cualquier caso, el resultado puede ser que la luz emitida por un píxel dado con respecto a diferentes planos de bits se reciba en diferentes puntos de la retina. Esto tiene el efecto ilustrado en la Figura 2.

Haciendo referencia a la Figura 2, puede observarse que la luz generada con respecto a cualquier plano de bits dado se percibe como procedente de uno o más píxeles vecinos del píxel deseado, según muestra la Figura 1, lo que da como resultado artefactos de visualización no deseados. Este efecto es particularmente perceptible cuando se muestran los llamados símbolos 'estabilizados en el espacio' en una HMD. Un símbolo estabilizado en el espacio se genera de tal manera que el observador lo percibe como fijo en el espacio en relación con la línea de visión del observador hacia una característica en la escena visible externamente, independientemente de los cambios en la orientación de la cabeza del observador y, por lo tanto, del HMD en relación con esa línea de visión.

Se proporciona un sistema de rastreo para determinar los cambios en la orientación del HMD de un período de actualización de imagen al siguiente, de modo que la posición en el área de la imagen del símbolo estabilizado en el espacio pueda recalcularse para compensar los cambios en la cabeza y, por lo tanto, de la orientación de la HMD con relación a esa línea de visión. La característica externa puede ser una característica dentro de un entorno cerrado, tal como la cabina de una aeronave, o una característica visible fuera del entorno en el que está ubicado el observador. El rastreador puede proporcionar datos indicativos de la orientación de la HMD con relación a un marco de referencia de cualquier tipo de característica, es decir, con relación a un marco de referencia de una aeronave o con relación a un marco de referencia inercial, respectivamente.

Los inventores en el presente caso se han dado cuenta de que, con un conocimiento de la velocidad y dirección del movimiento de la HMD, como puede proporcionar el sistema de rastreo, con relación a una línea de visión hacia una característica visible para el observador en una escena externa, los efectos ilustrados en la Figura 2 pueden aliviarse o al menos reducirse con respecto a símbolos estabilizados en el espacio con respecto al marco de referencia inercial. Se reconoce, en particular, que cuando se muestran símbolos estabilizados en el espacio que hacen referencia a una característica visible en el espacio inercial, como es el caso en las realizaciones de la presente invención, la mirada del observador tiende a permanecer fija en una línea de visión particular hacia esa característica durante el movimiento de la cabeza. Por lo tanto, la velocidad y la dirección del cambio en la orientación de la HMD con relación a la escena vista externamente es indicativa de la velocidad y la dirección (opuesta) del movimiento de la dirección de la mirada del observador con relación al área de visualización de la HMD. Por supuesto, no hay ninguna indicación de movimiento ocular sacádico mediante un sistema de rastreo de HMD de este tipo. Para esto, se requeriría un rastreador ocular y se puede proporcionar para emitir datos indicativos del movimiento ocular sacádico que se puede usar como una fuente alternativa de datos de línea de visión a los derivados de un rastreador de HMD, permitiendo que las realizaciones de la presente invención tengan en cuenta ambos ejemplos de movimiento relativo de la dirección de la mirada de un observador y la HMD.

Por lo tanto, los datos del sistema de rastreo (datos de rastreo de HMD o datos de rastreo ocular) se usan para calcular las posiciones de píxeles desplazados para cada plano de bits según las temporizaciones relativas de los planos de bits dentro del período de actualización de la imagen y otros datos y suposiciones predeterminados relacionados con la HMD. Esto garantiza que el primer plano de bits haga que los píxeles previstos emitan un pulso de luz de, p. ej., duración '128', mientras que los últimos planos de bits pueden dar como resultado pulsos de luz de duración respectiva que se emiten por otros píxeles en las proximidades del píxel previsto, desplazados de la posición del píxel deseada en una cantidad proporcional a la velocidad y dirección actuales del movimiento de la HMD y un tiempo conocido desde que se mostró el primer plano de bits. Los desplazamientos de píxeles sobre el área de la imagen de la pantalla están en la dirección opuesta a la dirección del movimiento de la HMD y, por lo tanto, intentan seguir un punto de intersección de la dirección de la mirada del ojo del observador y el área de la imagen de la pantalla.

A continuación, se describirá con referencia a la Figura 3 un proceso de ejemplo para calcular posiciones de píxeles desplazados para su implementación mediante un generador de imágenes de un sistema de visualización digital. El proceso de ejemplo puede implementarse mediante un componente de procesamiento de imágenes del sistema de HMD digital o asociado con él.

Haciendo referencia a la Figura 3, se proporciona un diagrama de flujo que muestra las etapas de proceso para generar datos del plano de bits para su uso por un dispositivo de visualización para controlar los estados de los píxeles durante un período de actualización de la imagen según se define en los datos de imagen recibidos. El proceso comienza en la ETAPA 10 al recibir datos de imagen (p. ej., de 8 bits) que definen un nivel de brillo requerido para que algunos o todos los píxeles formen una imagen en la pantalla durante el siguiente período de actualización de imagen (p. ej., 16,667 ms).

En la ETAPA 15, se determinan planos de bits de datos para su uso por un dispositivo de visualización del sistema de HMD para controlar el estado de cada píxel de un área de imagen a través de porciones respectivas del período de actualización de la imagen para lograr los niveles de brillo de píxel requeridos según un esquema de PWM predeterminado, por ejemplo, como se analizó anteriormente.

En la ETAPA 20, se reciben datos de un sistema de rastreo de HMD asociado que define la velocidad actual y la dirección del cambio en la orientación de HMD. Idealmente, los datos recibidos desde el sistema de rastreo pueden comprender datos previstos que definen la velocidad y la dirección del cambio de orientación aplicable en el momento esperado de visualización de los píxeles activados según un plano de bits actual. Sin embargo, es probable que los sistemas de rastreo típicos puedan actualizar tales datos únicamente una vez por período de actualización de imagen y, por lo tanto, los datos del sistema de rastreo pueden sincronizarse, por ejemplo, con el punto medio del período de tiempo aplicable al primer plano de bits, y se considerará válido durante el resto del período de actualización de la imagen. Típicamente, los datos de velocidad recibidos en la ETAPA 20 comprenden los componentes horizontal (azimutal) y vertical (elevación) de un vector de velocidad resuelto a lo largo de ejes referenciados por HMD.

En la ETAPA 25, se calcula un desplazamiento de píxeles para un plano de bits actual, usando los datos recibidos en la ETAPA 20 y un conocimiento de la temporización del plano de bits actual con relación al del primer plano de bits, como se describirá con más detalle a continuación. El cálculo se puede realizar por separado para los componentes horizontal y vertical de un desplazamiento de píxel para dar un desplazamiento como un número entero de píxeles en cada dirección y, por tanto, un desplazamiento neto de píxel como una traslación vectorial desde el píxel previsto hasta una posición de píxel desplazado.

En la ETAPA 30, el desplazamiento de píxeles calculado se usa para modificar los datos del plano de bits actual, como se describirá a continuación, para garantizar que los píxeles en las posiciones de píxeles desplazados se activen según los datos del plano de bits en lugar de los píxeles previstos. Los datos del plano de bits modificados se emiten en la ETAPA 35 al dispositivo de visualización para controlar los estados de los píxeles durante la porción respectiva del período de actualización de la imagen.

En la ETAPA 40, si todos los planos de bits determinados en la ETAPA 15 se han mostrado en el dispositivo de visualización, a continuación, el proceso vuelve a la ETAPA 10 para recibir datos de imagen para el siguiente período de actualización de imagen. De cualquier otra manera, se selecciona el siguiente plano de bits para el período de actualización de la imagen en la ETAPA 45 de los determinados en la ETAPA 15 y el procesamiento se reanuda en la ETAPA 25 con respecto al plano de bits recién seleccionado o, si el sistema de rastreo puede proporcionar actualizaciones en una velocidad más rápida que una vez por período de actualización de imagen, a continuación, el procesamiento puede reanudarse en la ETAPA 20 para recibir datos de velocidad actualizados.

El proceso de la ETAPA 25 puede determinar, en esta realización de ejemplo, cada uno de los componentes horizontal y vertical de un desplazamiento de píxel aplicable a un plano de bits actual  $n$  según la fórmula:

$$\text{Desplazamiento requerido para el plano de bits } n = \text{trunc} \left( \frac{\left( \frac{E_n + S_n}{2} - \frac{E_{128} + S_{128}}{2} \right) \times r}{p} \right)$$

donde

$p$  es el tamaño angular de un píxel expresado en radianes,

$r$  son los datos de velocidad de rotación horizontal o vertical, resueltos a lo largo de los respectivos ejes referenciados por HMD, recibidos del sistema de rastreo,

$S_n$  es el tiempo de inicio de un pulso de luz con respecto al plano de bits  $n$ ,

$E_n$  es el tiempo de finalización del pulso de luz con respecto al plano de bits  $n$ ,

$S_{128}$  es el tiempo de inicio de un pulso de luz con respecto al plano de bits para pulsos de duración relativa 128, que se supone en este ejemplo que es el primer plano de bits durante un período de actualización de imagen,

$E_{128}$  es el tiempo de finalización del pulso de luz con respecto al plano de bits para pulsos de duración relativa 128

y la función *trunc* está prevista para truncar cualquier desplazamiento fraccionario de píxeles al valor entero más bajo.

A los efectos de este cálculo, se supone que el componente de balanceo en el movimiento de la cabeza o el casco y, por tanto, en el movimiento del HMD, es despreciable y puede ignorarse. Este sería típicamente el caso de las aplicaciones de HMD de la presente invención para su uso en aeronaves en las que la oportunidad de movimientos de balanceo de la cabeza es limitada.

El truncamiento de un desplazamiento calculado a un número entero de píxeles está previsto para evitar complicaciones al interpolar los niveles de brillo de la escala de grises de los píxeles para implementar contribuciones de subpíxeles de un plano de bits desplazado. En la práctica, se ha descubierto que el desplazamiento de planos de bits por un número entero de píxeles proporciona resultados beneficiosos, pero se ha descubierto que la precisión y efectividad de las correcciones determinadas generalmente aumentan con una resolución mayor.

Se han elegido los puntos medios de los períodos de tiempo aplicables para cada plano de bits como puntos de referencia para determinar las diferencias de tiempo entre pulsos. Sin embargo, como alternativa, se puede seleccionar para este propósito el tiempo de inicio de cada pulso, o algún otro punto de tiempo dentro de los períodos aplicables a cada pulso del esquema de PWM.

Si el resultado del cálculo anterior es una posición de píxel desplazada en dirección horizontal o vertical más allá del borde del área de la imagen de la HMD, a continuación, el píxel deseado no contribuirá a la imagen durante el período del plano de bits actual, y muy probablemente para los planos de bits restantes del período de actualización de imagen actual. Esto tiene el efecto percibido de una atenuación de la imagen hacia los bordes del área de la imagen durante el movimiento rápido de la HMD. Sin embargo, se ha descubierto que tal atenuación es preferible a los efectos alternativos que podrían surgir, por ejemplo, de dejar el plano de bits sin modificar con respecto a aquellos píxeles cuyos desplazamientos en el plano de bits se encuentran más allá del borde del área de la imagen.

Para dar un ejemplo concreto, se supondrá que la cabeza del observador y, por tanto, la HMD gira únicamente en azimut a una velocidad relativamente modesta de 15 grados/s con relación a la dirección de la mirada del observador durante un período de actualización de imagen dado y que el tamaño del píxel angular es de 0,55 miliradianes. El esquema de PWM de 8 bits descrito anteriormente se aplica para mostrar píxeles de un símbolo estabilizado en el espacio. Se hará referencia a las Figuras 4 a 7 a modo de ilustración de los efectos.

Haciendo referencia en primer lugar a la Figura 4, se proporciona una representación gráfica del nivel de brillo de una línea horizontal de píxeles del símbolo estabilizado en el espacio, desde el píxel número 10 hasta el píxel número 35 en los que se prevé que los píxeles 10 a 20 tengan un nivel de brillo 128 y los píxeles 21 a 35 tengan un nivel de brillo 127. La percepción prevista por el observador de la línea de píxeles se muestra muy ampliada en anchura a título ilustrativo. Se observará que la diferencia de brillo entre los niveles 128 y 127 a lo largo de la línea de píxeles es sustancialmente imperceptible. La percepción del observador de la distribución del brillo de los píxeles a lo largo de la línea de píxeles mostrada en la Figura 4 es la que se esperaría cuando se visualiza un símbolo estabilizado en el espacio con poco o ningún movimiento relativo de la HMD y la dirección de la mirada del observador.

Haciendo referencia a la Figura 5, se proporciona una representación gráfica que muestra cómo la percepción del observador del brillo de los píxeles a lo largo de la línea de píxeles varía con respecto a la mostrada en la Figura 4 durante el movimiento relativo de la HMD definida anteriormente. Como puede observarse en la línea 75 enormemente ampliada, la percepción del observador es de un brillo de los píxeles 21 a 28 significativamente disminuido en comparación con la vista prevista, con el brillo percibido del píxel 25 cayendo sustancialmente a cero.

Haciendo referencia a la Figura 6, se muestra una representación gráfica de una corrección de la salida de luz de píxeles global resultante de una modificación de los respectivos planos de bits según la presente invención. La distribución de la salida de luz por los píxeles 10 a 35 como resultado de la modificación se muestra en la vista 85 enormemente ampliada. Sin embargo, esta luz de píxeles modificada emitida durante el período de actualización de la imagen, sustancialmente aumentada para los píxeles 16 a 20, no sería visible para el observador que experimente el movimiento relativo de la HMD definida anteriormente. En cambio, y haciendo referencia a la Figura 7, el observador observa la distribución del brillo de los píxeles representada en la representación 90 gráfica y como se muestra en la vista 95 ampliada.

Los desplazamientos de píxeles reales calculados según la presente invención para los planos de bits para compensar el movimiento relativo de la HMD definida anteriormente se muestran en la Tabla 1, a continuación.

Tabla 1.

Plano de bits (bin)	Desplazamiento (píxeles)
128	0
64	3
32	4
16	5
8	5
4	5

Plano de bits (bin)	Desplazamiento (píxeles)
2	5
1	5

5  
10  
Para dar una representación numérica de los planos de bits modificados previstos a dar como resultado los niveles de brillo de píxeles previstos para los píxeles 10 a 20, como se muestra gráficamente (60) en la Figura 4, el cuadro 1 a continuación muestra los datos del plano de bits para cada uno de los píxeles 13 a 23, con el brillo general previsto de esos píxeles para un período de actualización de imagen respectivo.

Cuadro 1

	Plano de bits	Píxeles →										
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
15	128-bin:	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0.
	64-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
20	32-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
	16-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
	8-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
	4-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
25	2-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
	1-bin:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.
	<b>Suma:</b>	<b>128...</b>								<b>127...</b>		

30  
35  
En el cuadro 2, a continuación, se proporciona una representación numérica de los efectos de aplicar la modificación del plano de bits representada gráficamente (80) en la Figura 6 a los mismos píxeles 13 a 23. Como puede observarse en el cuadro 2, los píxeles activados según el plano de bits de duración '128' permanecen según lo previsto. Sin embargo, los últimos planos de bits '64', etc., se desplazan hacia la izquierda según el número respectivo de píxeles definido en la tabla 1, lo que da como resultado una mayor salida de luz general en las posiciones de píxeles desplazados 16 a 20 en comparación con el nivel de brillo sin movimiento 128 definido en los datos de imagen recibidos para el período de actualización de la imagen.

Cuadro 2

	Plano de bits	Píxeles →										
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
40	128-bin:	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0...
45	64-bin:	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1...
	32-bin:	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1...
	16-bin:	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1...
50	8-bin:	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1...
	4-bin:	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1...
	2-bin:	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1...
55	1-bin:	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1...
	<b>Suma:</b>	<b>128</b>	<b>128</b>	<b>128</b>	<b>159</b>	<b>191</b>	<b>253</b>	<b>253</b>	<b>253</b>	<b>127</b>	<b>127</b>	<b>127</b>

A continuación, se describirá de forma esquemática un sistema de HMD de ejemplo en el que se pueden implementar realizaciones de la presente invención con referencia a la Figura 8.

60  
65  
Con referencia a la Figura 8, se muestra una representación de un sistema de HMD, por ejemplo, para su uso por un piloto 205 que lleva un casco 210 equipado con componentes de un sistema de rastreo de casco e incorpora una pantalla montada en el casco, en este ejemplo una pantalla 215 de guía de ondas sustancialmente transparente colocada delante de un ojo 220 del piloto 205. El sistema de rastreo puede incluir uno o más sensores 225 inerciales montados sobre el casco 210, dispuestos para suministrar datos a un procesador 230 del sistema de rastreo. El sistema de rastreo también puede incluir un rastreador de casco óptico que comprende una disposición de diodos

emisores de luz (LED) 235 integrados dentro de la carcasa del casco 210 y controlables por el procesador 230 del sistema de rastreo para emitir pulsos de luz. El rastreador de casco óptico también incluye una disposición de cámaras 240 (únicamente una de las cuales se muestra en la Figura 8) en posiciones fijas conocidas dispuestas para detectar la luz de los LED 235 montados en el casco y enviar las señales correspondientes al procesador 230 del sistema de rastreo.

El procesador 230 del sistema de rastreo está dispuesto para interpretar los datos recibidos desde los sensores 225 inerciales y desde las cámaras 240 del sistema de rastreo del casco óptico para determinar la orientación del casco 210 y, por tanto, de la pantalla 215 en el espacio inercial o con relación a una aeronave por ejemplo (no mostrado en la Figura 8) en el que el piloto 205 puede estar viajando. El procesador 230 del sistema de rastreo también puede determinar una velocidad de cambio en la orientación del casco y, por lo tanto, de la pantalla 215 a partir de esas entradas de datos y emitir orientación de visualización y velocidad de datos de cambio a un generador 245 de imágenes. El generador 245 de imágenes está dispuesto para generar imágenes, incluyendo imágenes estabilizadas en el espacio para mostrarlas al piloto que observa la pantalla 215 montada en el casco de manera que aparezcan superpuestas en la vista del piloto a través de la guía de ondas 215 transparente del mundo exterior.

El generador 245 de imágenes puede estar dispuesto para implementar las técnicas descritas anteriormente para tener en cuenta el movimiento detectado del ojo 220 del piloto o la dirección de la mirada con relación al área de imagen de la pantalla 215 montada en el casco, usando datos del procesador 230 del sistema de rastreo cuando se generan datos del plano de bits para controlar el estado de los píxeles que muestran símbolos estabilizados en el espacio.

Mientras que se han descrito realizaciones de ejemplo de la presente invención en el contexto específico de una pantalla montada en la cabeza o en el casco usando datos de imagen de 8 bits y un esquema de PWM ponderado según potencias de 2, sería evidente para un experto en la técnica relevante cómo se puede disponer la presente invención para operar y lograr ventajas equivalentes usando otros datos de imagen de 8 bits, incluyendo un esquema de PWM planos de bits ponderados no binarios y duraciones de pulso respectivas y usando más de 8 períodos de pulso dentro de un período de actualización de la imagen.

REIVINDICACIONES

1. Un método, realizado por un procesador (245) de imágenes, para controlar un dispositivo (215) de visualización digital para generar una imagen para su visualización por un usuario (205) en una pantalla, en donde el dispositivo de visualización está dispuesto para generar la imagen como una matriz de píxeles, cada uno de un brillo definido logrado mediante la emisión de una combinación respectiva de pulsos de luz de duraciones definidas según un esquema de modulación de ancho de pulso, PWM, predeterminado, estando el dispositivo de visualización dispuesto para emitir la combinación respectiva de pulsos de luz dentro de un período de actualización de imagen del dispositivo de visualización, basándose el esquema de PWM en el período de actualización de la imagen, comprendiendo el método las etapas:

- (i) recibir (10) datos de imagen que definen un nivel de brillo requerido para uno o más píxeles durante un período de actualización de imagen del dispositivo de visualización digital;
- (ii) determinar (15) datos de control que definen aquellos píxeles requeridos para emitir un pulso de luz de cada duración de pulso definida del esquema de PWM para lograr los respectivos niveles de brillo de píxeles requeridos, definiendo los datos de control una pluralidad de planos de bits, correspondiendo cada uno a una respectiva de las duraciones de pulso definidas por el esquema de PWM;
- (iii) recibir datos de velocidad de un sistema de rastreo asociado, o derivar datos de velocidad a partir de datos de orientación emitidos desde el mismo, definiendo una velocidad de movimiento de una dirección de mirada de un ojo del usuario con relación a la pantalla;
- (iv) calcular, usando los datos de velocidad de la etapa (iii) y usando datos que definen características predeterminadas de la pantalla y operación de la misma, un desplazamiento de píxel con respecto a cada pulso definido del esquema de PWM para compensar el movimiento relativo, en donde el desplazamiento de píxel se calcula como un número entero de píxeles tanto en acimut como en elevación con relación a una posición de píxel prevista, de manera que una cantidad del desplazamiento de píxel es proporcional a la velocidad y dirección de dicho movimiento relativo y a un tiempo desde que se mostró un primer plano de bits;
- (v) modificar los datos de control aplicando el desplazamiento de píxeles calculado con respecto a cada píxel, para obtener de esta manera datos de control modificados; y
- (vi) emitir los datos de control modificados al dispositivo de visualización,

en donde, en la etapa (iv), las características predeterminadas incluyen temporizaciones relativas de pulsos de luz de cada duración disponible como se define según el esquema de PWM predeterminado, en donde para cada plano de bits distinto del primer plano de bits, el procesador de imágenes está dispuesto para calcular el desplazamiento de píxeles para el plano de bits actual,  $n$ , según la fórmula

$$\text{Desplazamiento requerido para el plano de bits } n = \text{trunc} \left( \frac{(t_n - t_1) \times r}{p} \right)$$

dónde  $p$  es un tamaño angular de un píxel del dispositivo de visualización expresado en radianes,  $r$  es la velocidad respectiva de movimiento relativo en azimut o en elevación,  $t_1$  es un primer tiempo de referencia indicativo de una temporización de un pulso de luz con respecto al primer plano de bits,  $t_n$  es un segundo tiempo de referencia indicativo de una temporización de un pulso de luz con respecto al plano de bits actual  $n$ , siendo el primer y segundo tiempos de referencia puntos equivalentes en el tiempo en los pulsos de luz con respecto al primer plano de bits y al plano de bits actual  $n$ , respectivamente, y la función *trunc* trunca cualquier desplazamiento de píxel fraccionario al valor entero inferior más cercano,

en donde el dispositivo de visualización es una pantalla montada en la cabeza o en el casco, HMD, dispuesta de manera que la imagen aparece superpuesta en una escena externa, la imagen comprende una característica prevista a parecer a un usuario de la HMD que está en posición fija en relación con la línea de visión a un punto en el espacio inercial, y los datos de velocidad definen cambios en la orientación de la HMD que indican el movimiento relativo de la dirección de la mirada del usuario y la HMD.

2. El método según la reivindicación 1, en donde los datos de imagen recibidos definen el brillo de píxel como un número binario de 8 bits.

3. Un aparato de visualización digital que comprende:

un dispositivo (215) de visualización dispuesto para generar una imagen como una matriz de píxeles, cada uno de ellos con un brillo definido logrado mediante la emisión de una combinación respectiva de pulsos de luz de duraciones definidas según un esquema de modulación de ancho de pulso, PWM, predeterminado, estando el dispositivo de visualización dispuesto para emitir la combinación respectiva de pulsos de luz dentro de un período de actualización de imagen del dispositivo de visualización, basándose el esquema de PWM en el período de actualización de imagen; y un procesador (245) de imágenes dispuesto para generar datos de control para controlar el dispositivo de visualización para generar la imagen según el esquema de modulación de ancho de pulso, PWM, predeterminado, en donde el procesador de imágenes está dispuesto:

para recibir datos de imagen que definen un nivel de brillo requerido para uno o más píxeles durante un período de actualización de imagen;  
 para recibir datos de velocidad desde un sistema (225, 230, 235, 240) de rastreo asociado, o para derivar datos de velocidad a partir de datos de orientación emitidos desde el mismo, definiendo los datos de velocidad una velocidad de movimiento relativo de una pantalla del aparato y una dirección de mirada de un ojo de un usuario;  
 para determinar datos de control que definen aquellos píxeles requeridos para emitir un pulso de luz de cada duración de pulso definida según el esquema de PWM para lograr los niveles de brillo de píxeles definidos en los datos de imagen recibidos, definiendo los datos de control una pluralidad de planos de bits correspondientes cada uno a una respectiva de las duraciones de pulso definidas por el esquema de PWM;  
 para calcular, usando los datos de velocidad recibidos y usando datos que definen características predeterminadas del aparato de visualización y la operación del mismo, un desplazamiento de píxeles con respecto a cada pulso definido del esquema de PWM para compensar el movimiento relativo, en donde el desplazamiento de píxeles se calcula como un número entero de píxeles con relación a una posición de píxel prevista tanto en acimut como en elevación, de manera que una cantidad del desplazamiento de píxel sea proporcional a la velocidad y dirección de dicho movimiento relativo y a un tiempo desde que se mostró un primer plano de bits;  
 para modificar los datos de control aplicando el desplazamiento de píxeles calculado con respecto a cada píxel, para obtener de esta manera datos de control modificados; y  
 para emitir los datos de control modificados al dispositivo de visualización, en donde las características predeterminadas incluyen temporizaciones relativas de pulsos de luz de cada duración disponible como se define según el esquema de PWM predeterminado, en donde para cada plano de bits distinto del primer plano de bits, el procesador de imágenes está dispuesto para calcular el desplazamiento de píxeles para el plano de bits actual,  $n$ , según la fórmula

$$\text{Desplazamiento requerido para el plano de bits } n = \text{trunc} \left( \frac{(t_n - t_1) \times r}{p} \right)$$

dónde  $p$  es un tamaño angular de un píxel del dispositivo de visualización expresado en radianes,  $r$  es la velocidad respectiva de movimiento relativo en azimut o en elevación,  $t_1$  es un primer tiempo de referencia indicativo de una temporización de un pulso de luz con respecto al primer plano de bits,  $t_n$  es un segundo tiempo de referencia indicativo de una temporización de un pulso de luz con respecto al plano de bits actual  $n$ , siendo el primer y segundo tiempos de referencia puntos equivalentes en el tiempo en los pulsos de luz con respecto al primer plano de bits y al plano de bits actual  $n$ , respectivamente, y la función *trunc* trunca cualquier desplazamiento de píxel fraccionario al valor entero inferior más cercano, en donde el dispositivo de visualización es una pantalla montada en la cabeza o en el casco, HMD, dispuesta de manera que la imagen aparece superpuesta en una escena externa, la imagen comprende una característica prevista a parecer a un usuario de la HMD que está en posición fija en relación con la línea de visión a un punto en el espacio inercial, y los datos de velocidad definen cambios en la orientación de la HMD que indican el movimiento relativo de la dirección de la mirada del usuario y la HMD.

4. El aparato según la reivindicación 3, en donde los datos de imagen recibidos definen el brillo de los píxeles como un número binario de 8 bits.

5. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en donde el sistema de rastreo asociado comprende un sistema de rastreo ocular dispuesto para determinar cambios en la dirección de la mirada del ojo del usuario con relación a la pantalla.
- 5 6. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que almacena código de programa informático que, cuando se instala en un procesador de imágenes de un aparato de visualización digital y se ejecuta, hace que el procesador de imágenes implemente el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2.

Figura 1a

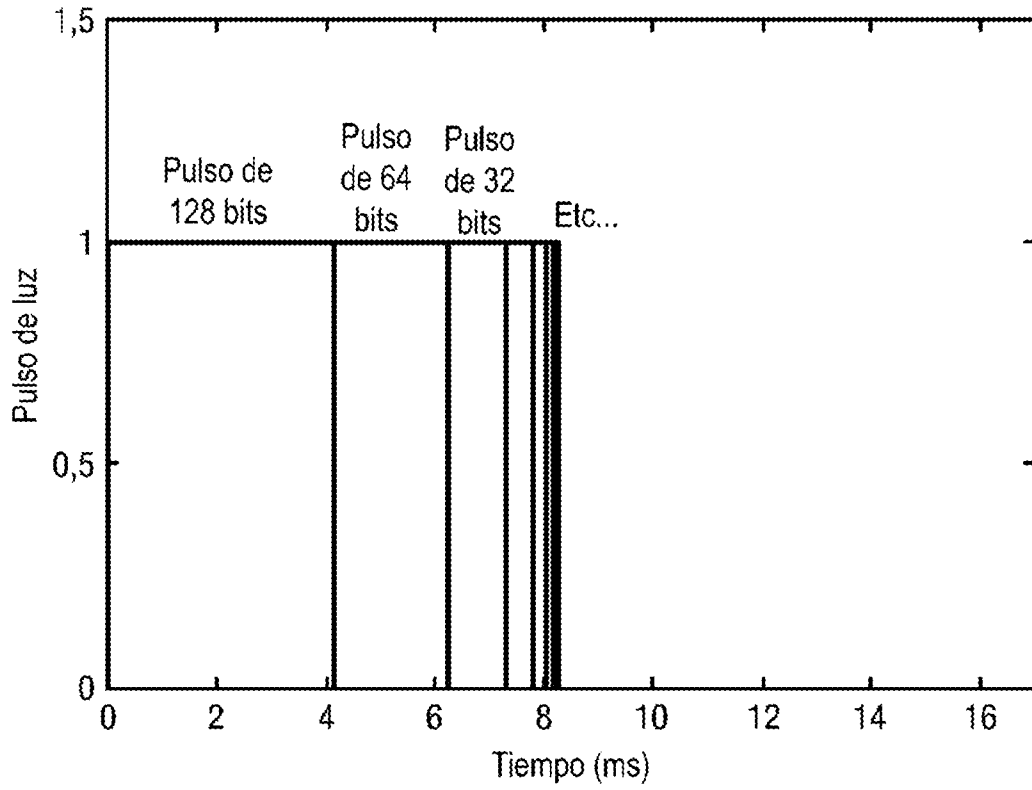


Figura 1b

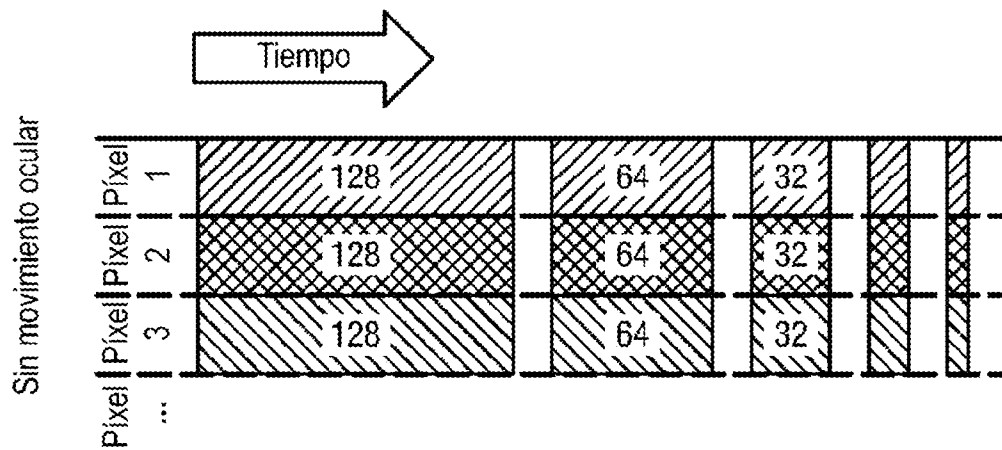


Figura 2

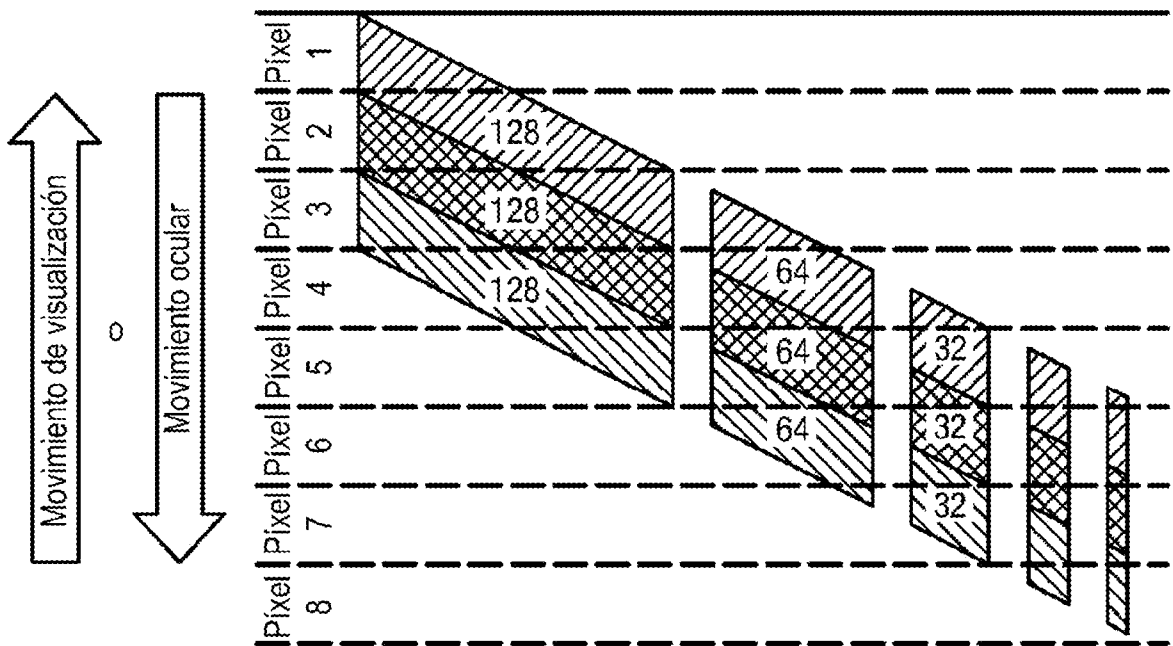


Figura 3

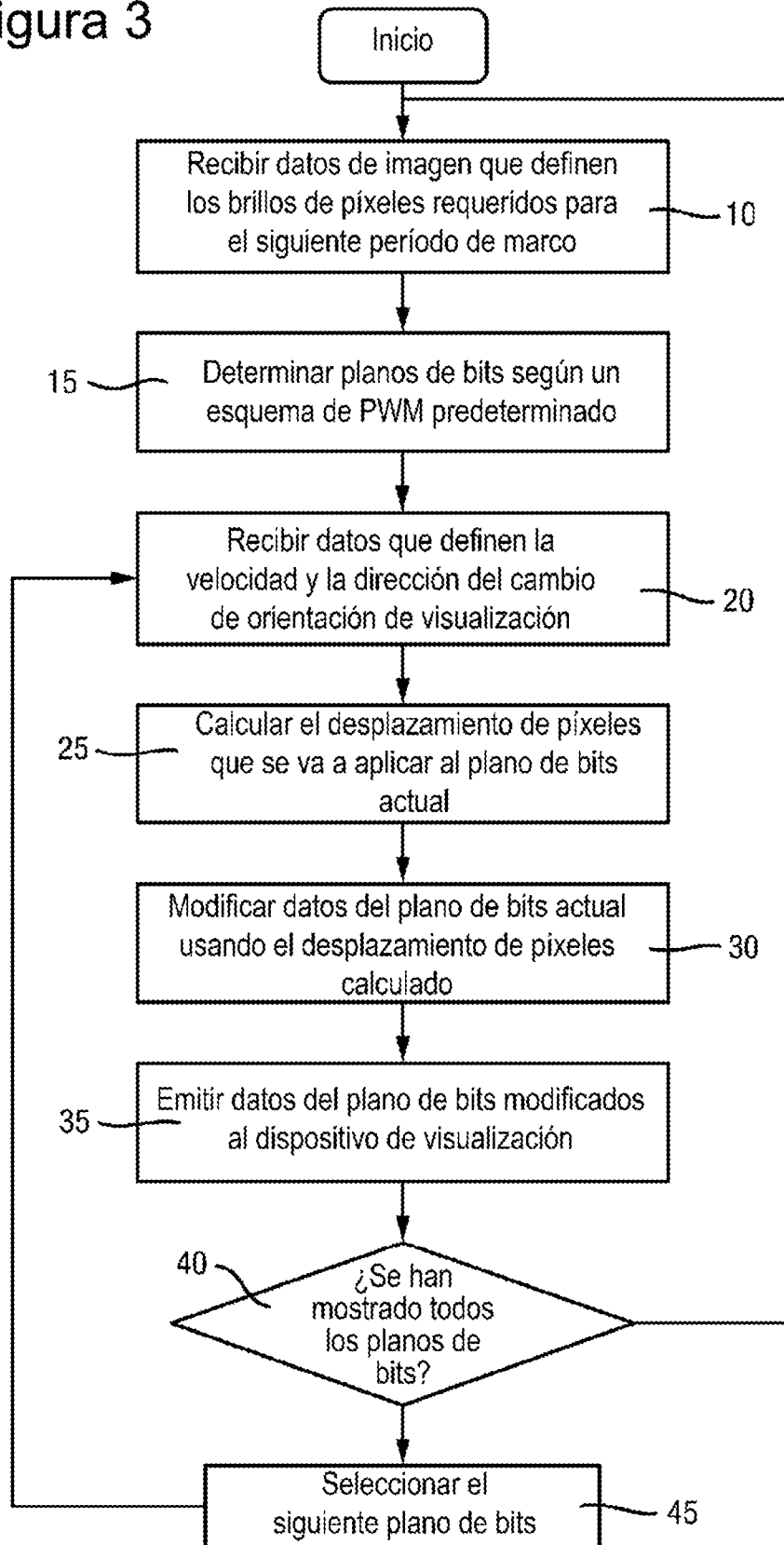


Figura 4

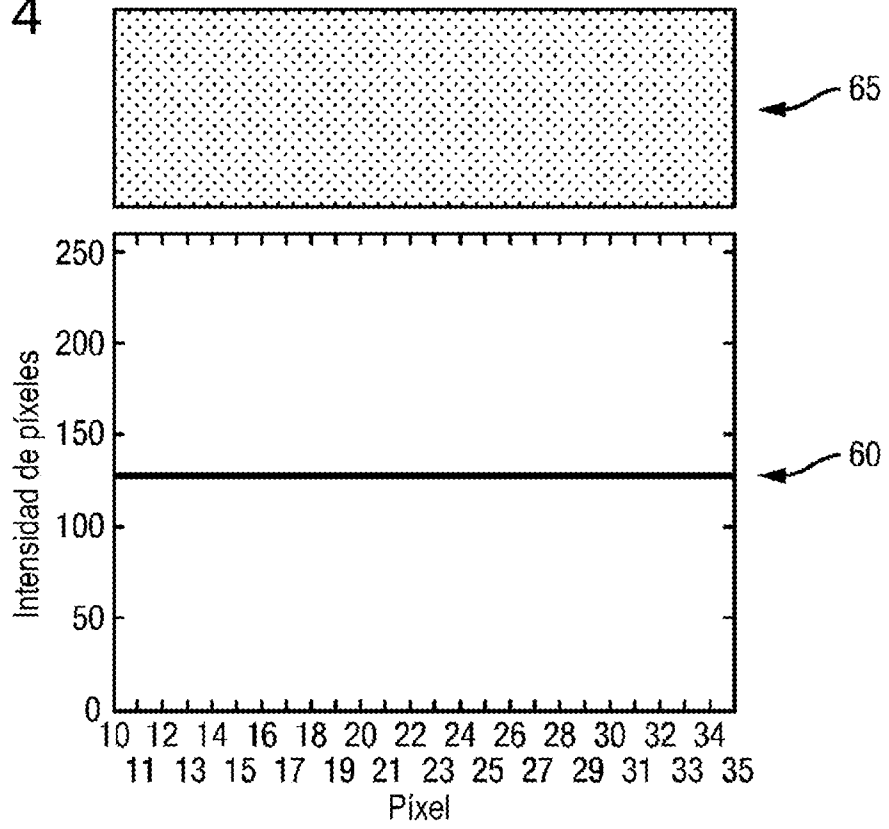


Figura 5

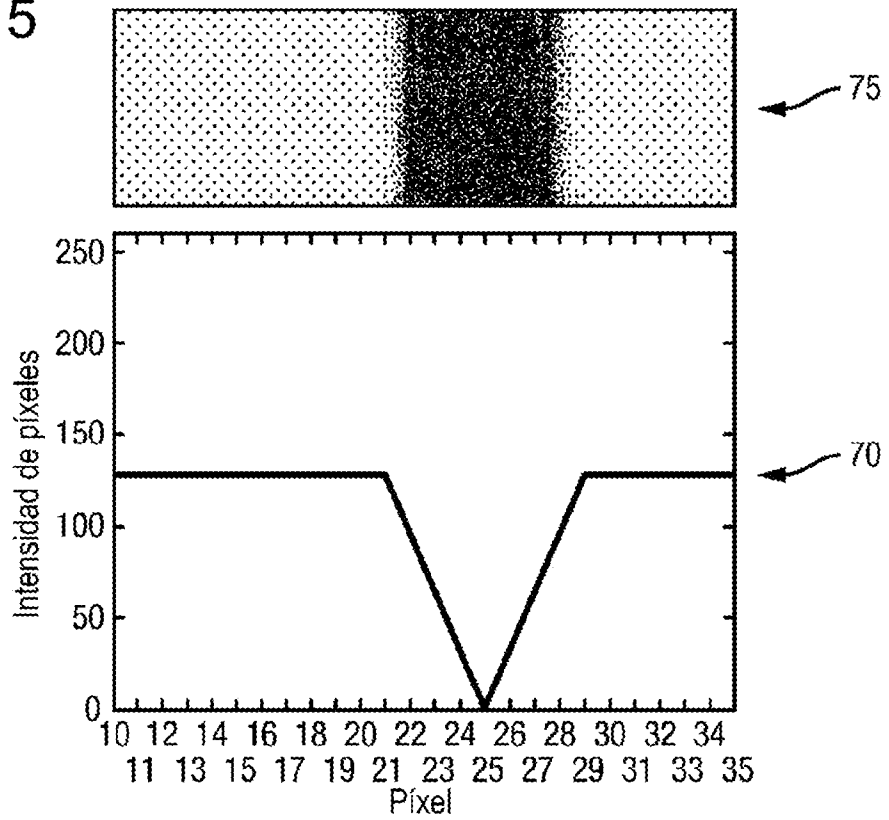


Figura 6

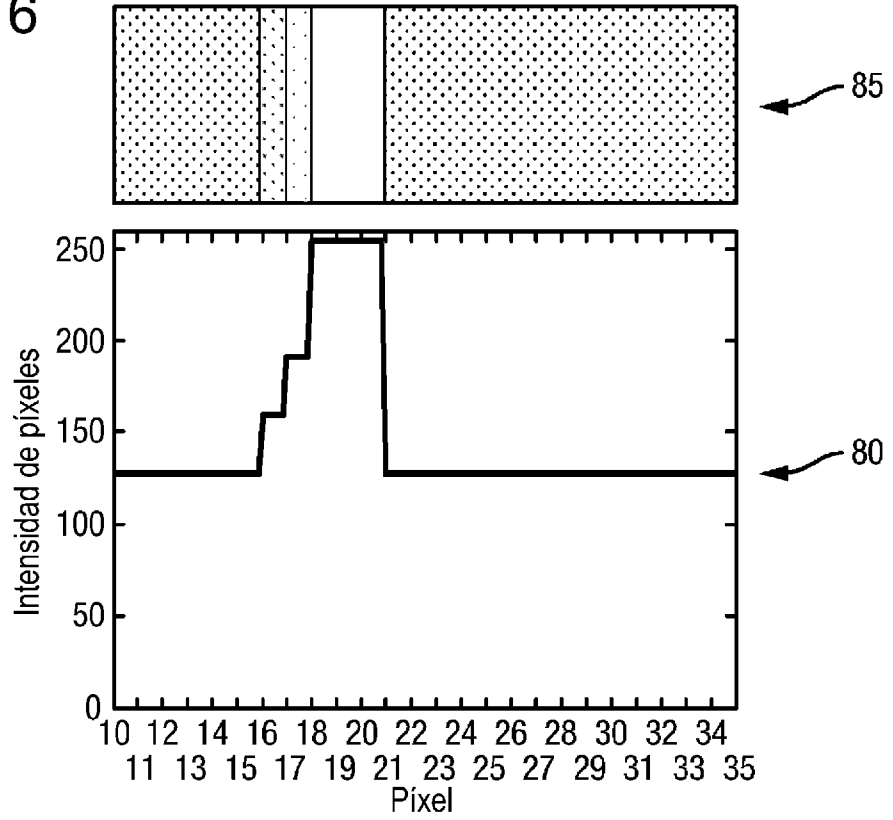


Figura 7

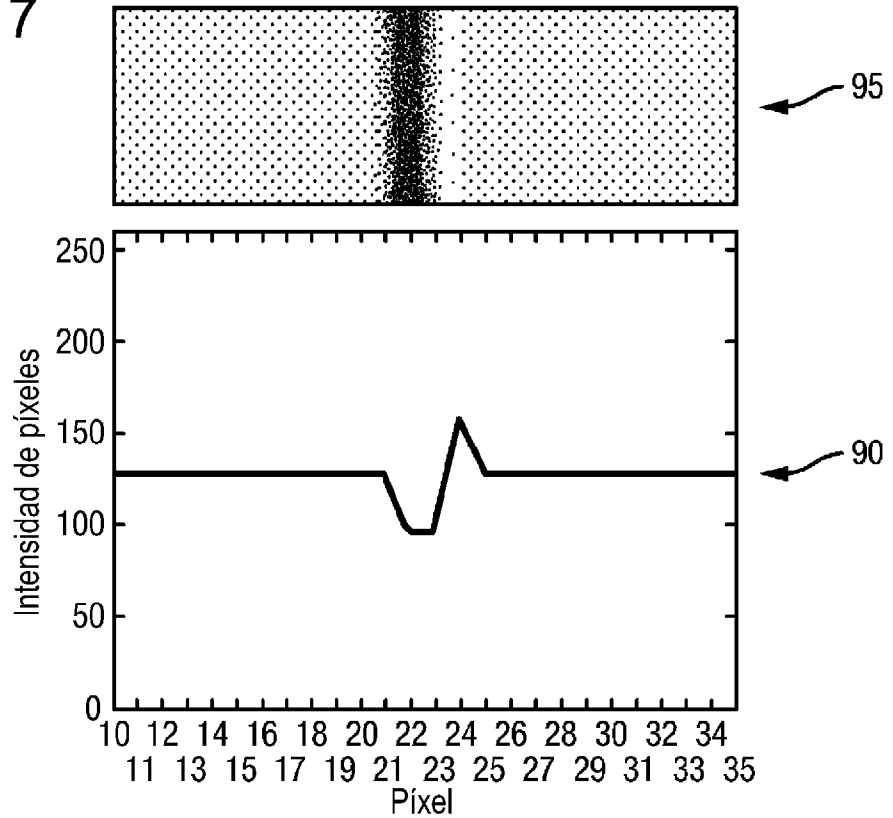


Figura 8

