

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 366**

51 Int. Cl.:

H04N 5/232 (2006.01)

H04N 5/247 (2006.01)

G06T 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2011 E 11009576 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2464098**

54 Título: **Dispositivo de representación de entornos, así como un vehículo con este dispositivo de representación de entornos y procedimiento para representar una imagen panorámica**

30 Prioridad:

09.12.2010 DE 102010053895

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

28.05.2020

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Straße 1
85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:

**HADWIGER, PETER y
KELLERER, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 763 366 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 representación de entornos, así como un vehículo con este dispositivo de representación de entornos y procedimiento para representar una imagen panorámica.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de representación de entornos, así como a un vehículo con tal dispositivo de representación de entornos y a un procedimiento para representar una imagen panorámica.

Antecedentes de la invención

10 En el desarrollo de sistemas de guía de vuelo se pretende visualizar superpuesta información táctica y navegatoria de una vista exterior sintética sobre un equipo de reproducción de imágenes en la cabina del piloto de un avión. Las actuales visualizaciones en perspectivas sobre pantallas de la cabina del piloto se restringen a un sector limitado del espacio aéreo en la dirección de vuelo. Sin embargo, este estrecho rango anular delante del avión no es suficiente para tareas del piloto del avión en las que éste tiene que vigilar todo el espacio aéreo. Hasta ahora, se visualiza para el piloto del avión sobre el equipo de reproducción de imágenes de su cabina únicamente una zona de observación situada en un ángulo de imagen relativamente estrecho delante del avión.

15 Esta problemática de la representación de una zona de observación con un gran ángulo de imagen sobre un equipo de reproducción de imágenes situado en una cabina de piloto no solo afecta a aviones, sino que existe también en otros vehículos, por ejemplo vehículos terrestres o vehículos acuáticos o bien en equipos estacionarios.

Estado de la técnica

20 Se conoce por el documento US 2009/0309811 A1 un sistema de visualización de imágenes en el que una imagen a visualizar es comprimida en las zonas marginales de la misma ante de la representación sobre un dispositivo de visualización montado en la cabeza de un usuario para que estas zonas marginales, que están en el campo de visión periférico del usuario se compriman más fuertemente que la zona de visualización central de la imagen. Esta imagen comprimida en el borde se expande nuevamente a continuación para representarla sobre el equipo de reproducción de imágenes, con lo que la imagen realmente visualizada se reproduce sin distorsión en todo el ángulo de imagen, pero en el borde posee una resolución sensiblemente menor. Se pretende reducir así el número de píxeles necesario para la visualización de la imagen, con lo que la resolución de la imagen visualizada se adapta a la potencia visual del observador. Por tanto, en la zona central de la imagen se crea una alta resolución de ésta, mientras que la resolución de la imagen es pequeña en el campo de visión periférico. El usuario obtiene así una imagen de alta resolución enfocada en la zona de su visión central, mientras que la resolución de la imagen visualizada para él disminuye hacia las zonas marginales de la imagen. Sin embargo, se menciona también que puede suprimirse el paso de la nueva expansión de la imagen.

Se conoce por el documento US 5,495,576 A el recurso de generar a partir de una multiplicidad de datos de sensor (por ejemplo, radar, cámara), que son capturados al mismo tiempo desde todos los lados de un objeto tridimensional, una imagen virtual que se visualice para un observador sobre un dispositivo de visualización.

35 Se conoce por el documento US 2007/0097206 A1 un sistema de cámara panorámica que consiste en una multiplicidad de unidades de cámara montadas sobre un vehículo que están orientadas siempre en direcciones visuales diferentes todo alrededor del vehículo. A partir de los datos de imagen recogidos de estas cámaras se obtiene una imagen panorámica que se reproduce sobre un dispositivo de visualización y que permite una visión de 360º alrededor del vehículo.

40 El documento US 2008/0175436 A1 se refiere a un procesador de tratamiento de imágenes que combina imágenes tomadas en un vehículo para obtener una imagen panorámica. A este fin, las imágenes de cámara tomadas en una zona correspondiente a la anchura del vehículo se proyectan sobre una superficie plana y las imágenes tomadas en una zona situada más allá de la anterior se proyectan sobre una superficie cilíndrica. La zona en la que se proyectan las imágenes sobre una superficie plana puede desplazarse horizontalmente de conformidad con una oblicuidad de la dirección del vehículo. Como alternativa, la anchura de la zona puede agrandarse en función de la oblicuidad de la dirección.

45 El documento DE 197 36 880 C1 se refiere a unas gafas electrónicas con una montura que lleva al menos una cámara electrónica y al menos una pantalla. En total, tres cámaras electrónicas están dispuestas una junto a otra con ejes ópticos paralelos. La primera y la segunda cámara son cámaras en blanco y negro altamente sensibles con un ángulo de apertura normal o grande, mientras que la tercera cámara es una cámara en color con el mismo ángulo de apertura que la primera cámara. En presencia de luz suficiente se emplea la imagen de la cámara en color, mientras que, en caso contrario, se emplea la imagen de la cámara en blanco y negro. La imagen visualizada sobre la pantalla contiene un área de imagen interior en la que se visualiza sin distorsión la imagen de la cámara con pequeño ángulo de apertura, mientras que en un área de imagen exterior se reproduce de manera no lineal la imagen de la cámara con ángulo de apertura grande, con lo que se produce una distorsión "tipo ojo de pez".

El documento DE 10 2007 061 273 A1 se refiere a un procedimiento para representar informaciones de vuelo, en el que se genera al menos una primera imagen sintética de un entorno de la aeronave sobre la base de contenidos de bancos de datos. En este caso, se pueden posibilitar en una proyección ángulos de visión mediante la utilización de planos de imagen no planares.

5 Presentación de la invención

Por tanto, el problema de la presente invención consiste en indicar un dispositivo de representación de entornos por medio del cual le sea posible a un operador ver una zona de observación bajo un ángulo de imagen grande sobre un equipo de reproducción de imágenes, sin que la presencia de distorsiones de la imagen visualizada perjudique la capacidad de percepción del operador referida a la situación. Asimismo, el problema de la presente invención consiste en indicar un vehículo con tal sistema de representación de entornos, así como un procedimiento para representar una imagen panorámica.

La parte del problema dirigida al dispositivo de representación de entornos se resuelve mediante el dispositivo de representación de entornos con las características de la reivindicación 1.

A este fin, el dispositivo de representación de entornos está provisto de al menos una fuente de imagen, un equipo de procesamiento de señales de imagen y al menos un equipo de reproducción de imágenes, alimentándose las señales de imagen de entrada suministradas por la fuente de imagen al equipo de procesamiento de señales de imagen, procesando el equipo de procesamiento de señales de imagen las señales de imagen de entrada alimentadas al mismo para obtener señales de imagen de salida de una imagen panorámica; retransmitiéndose las señales de imagen de salida del equipo de procesamiento de señales de imagen al equipo de reproducción de imágenes para visualizar la imagen panorámica y procesando el equipo de procesamiento de señales de imagen las señales de imagen de entrada de tal manera que al menos una primera zona de la imagen panorámica sea reproducida sin distorsión o contraída en un primer grado de contracción y al menos una segunda zona de la imagen panorámica sea reproducida contraída en un segundo grado de contracción. El equipo de procesamiento de señales de imagen está concebido aquí de modo que la proporción de las zonas reproducidas sin distorsión o contraídas en toda la imagen panorámica pueda elegirse como variable, el respectivo grado de contracción de las zonas reproducidas contraídas pueda elegirse arbitrariamente y estas variaciones de las zonas reproducidas contraídas puedan tener lugar durante el funcionamiento del dispositivo de representación de entornos. El ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida en forma distorsionada o en forma contraída puede elegirse arbitrariamente entre 0° y 360° en un plano horizontal y el ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida en forma no distorsionada o en forma contraída puede elegirse también arbitrariamente, en un plano vertical, entre el ángulo de visión nadiral de -90° y el ángulo de visión cenital de +90°.

Ventajas

El equipo de procesamiento de señales de imagen en el dispositivo de representación de entornos según la invención permite tratar la información de imagen generada por una fuente o por varias fuentes de imagen que se alimenta al equipo de procesamiento de señales de imagen como señales de imagen de entrada de tal manera que la compresión horizontal y/o vertical del ángulo de imagen cubierto por la fuente de imagen o las fuentes de imagen hasta un ángulo de imagen que corresponda al ángulo visual del operador sobre el equipo de reproducción de imágenes no se contraiga con el mismo grado de contracción en toda la superficie de la imagen panorámica visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes, sino que se contraiga con grados de contracción horizontales y/o verticales diferentes. Debido al ángulo de visión seleccionable se puede efectuar una selección cualquiera del intervalo angular de visión a contraer y a visualizar sobre la pantalla panorámica a partir de la zona de visión completa que rodea al usuario o a la respectiva posición de sensor.

Se presenta un caso especial ventajoso cuando se efectúa una contracción en solamente una parte de la imagen panorámica, mientras que se reproduce sin distorsión otra parte de la imagen panorámica que corresponde generalmente a la dirección visual principal del operador en la que éste tiene que poder ver y reconocer objetos sin ninguna clase de falseamiento.

Es posible de esta manera que el operador, por ejemplo el conductor del vehículo o el piloto del avión, reciba correctamente visualizada por el equipo de reproducción de imágenes la zona de un campo de visión necesaria para controlar el vehículo o el avión, pero que, por otro lado, pueda ver también sobre el equipo de reproducción de imágenes una zona situada a un lado y eventualmente por encima y por debajo de esta dirección visual principal que esté ciertamente contraída, es decir, distorsionada, pero en la que el operador pueda tener percepciones que se recuerden fuera de su campo de visión natural.

Mientras que en el estado de la técnica la reproducción no distorsionada está limitada siempre al ángulo visual central del operador y las porciones de imagen contraídas están previstas en la zona marginal periférica, la proporción de la segunda zona reproducida contraída en el dispositivo de representación de entornos según la invención es variable y, además, se puede elegir arbitrariamente el grado de contracción de la segunda zona. Estas variaciones de la segunda zona reproducida contraída pueden tener lugar arbitrariamente durante el funcionamiento

del dispositivo de representación de entornos.

Esta variabilidad, que no es conocida por el estado de la técnica, hace posible que el propio operador seleccione la porción de la zona contraída y el grado de contracción o que, por ejemplo, en presencia de una amenaza de peligro desde una dirección determinada (por ejemplo, desde un cohete en vuelo hacia el avión que es capturado por un sensor propio del avión), se reproduzca automáticamente sin distorsión la zona de peligro sobre el equipo de reproducción de imágenes, aun cuando esta zona de peligro estuviera en una segunda zona previamente reproducida contraída de la imagen panorámica.

Preferiblemente, el equipo de procesamiento de señales de imagen está concebido de modo que pueda reproducirse al menos una zona adicional de la imagen panorámica con un grado de contracción adicional divergente del primer y el segundo grado de contracción. Esta forma de realización permite contraer zonalmente la imagen panorámica con grados de contracción diferentes. Por ejemplo, para una situación de operación actual se pueden contraer fuertemente zonas menos importantes de la imagen panorámica y para la situación de operación actual se pueden contraer menos fuertemente zonas importantes o incluso se pueden reproducir éstas sin distorsión. La selección de estas zonas puede efectuarse a mano por el operador o puede realizarse automáticamente por un equipo correspondiente de navegación o de asistencia a la conducción del vehículo. La selección de las zonas a contraer y la selección del grado de contracción a asignar a una respectiva zona se efectúan durante el tiempo de funcionamiento de modo que en cada situación de operación se pueda ajustar manual o automáticamente una representación individual de la imagen panorámica.

Preferiblemente, está prevista una pluralidad de fuentes de imagen, estando orientadas las direcciones visuales de las fuentes de imagen en sentidos diferentes alrededor del operador, preferiblemente partiendo de un operador que observa el entorno. De esta manera, se puede cubrir un ángulo grande de observación por el dispositivo de representación de entornos.

En una forma de realización preferida al menos una de las fuentes de imagen presenta un equipo de proceso de datos que está concebido para transmitir datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado, como señales de imagen, al equipo de procesamiento de señales de imagen. Esta alimentación de datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado como reproducción conforme a la realidad de una vista virtual en una dirección visual determinada puede efectuarse por medio de un ordenador sin un hardware de fuente de imagen adicional. El empleo de datos de un modelo de terreno digital almacenado como señales de imagen posee una multiplicidad de ventajas en comparación con la obtención de señales de imagen por medio de sensores en tiempo real. Los datos almacenados en un modelo de terreno digital pueden ser sensiblemente más exactos que lo que es posible en tiempo real con medios embarcados, ya que, por ejemplo, estos datos pueden obtenerse con métodos de medida más complejos. Además, el empleo de datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado es independiente de la climatología. Los datos del modelo de terreno tampoco están sometidos a efectos de sombras como lo que pueden producirse al obtener datos por medio de sensores en tiempo real, por ejemplo debido a estructuras del terreno en la región a capturar por un sensor de imagen. Mientras que los sensores para la obtención de datos de imagen en tiempo real están sometidos a una limitación de su alcance, se tiene que, con el empleo de datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado, no existen limitaciones de alcance, siempre que el usuario se mueva en el modelo de terreno almacenado. Otra ventaja importante del empleo de datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado en comparación con una obtención de datos de imagen por medio de sensores activos, es decir que irradian una señal, es el hecho de que el acceso a los datos de imagen del modelo de terreno digital almacenado se efectúa en estado "quieto", lo que es importante en el caso de uso militar para impedir que el usuario se dé a conocer por la irradiación de una señal desde un sensor activo.

Preferiblemente, al menos una de las fuentes de imagen está formada por al menos un sensor que está concebido para capturar objetos que se van aproximando y para transmitir datos de posición del objeto resultantes de la captura, como señales de imagen, al equipo de procesamiento de señales de imagen. Con esta variante se pueden integrar en un sistema total constituido por varias fuentes de imagen sensores que detectan, por ejemplo, objetos en vuelo de aproximación en luz no visible (sensores de radar o de infrarrojos). Particularmente cuando estas señales de sensor se superponen a un modelo de terreno digital, se puede efectuar una representación fiable de un objeto que se va aproximando al operador sobre el equipo de reproducción de imágenes, logrando con ello las ventajas ya citadas del modelo de terreno digital.

En otra forma de realización preferida al menos una de las fuentes de imagen está formada por un equipo de captura de imágenes, por ejemplo una cámara de vídeo. Esta variante es adecuada especialmente cuando la zona situada en la dirección visual del observador, por ejemplo una sección de trayecto situada delante de un vehículo, deba integrarse como imagen viva en la imagen panorámica generada para su visualización sobre el equipo de reproducción de imágenes.

Las direcciones visuales de las fuentes de imagen están entonces orientadas preferiblemente de modo que las fuentes de imagen capturen al menos en un primer plano informaciones de imagen de un campo de visión con un ángulo de imagen de más de 120°, preferiblemente más de 180°, más preferiblemente de 360°. La extensión horizontal del campo de visión capturado por los dos ojos de un humano llega hasta aproximadamente 180°, si

bien la percepción hacia el borde exterior se reduce entonces a objetos en movimiento y ya no es posible un reconocimiento concreto de objetos en la zona marginal del campo de visión. El dispositivo de representación de entornos según la invención suministra ya una ganancia de información claramente incrementada cuando el campo de visión horizontal cubierto por las fuentes de imagen o por la fuente de imagen está comprendido entre 120° y 180°, puesto que el operador no solo puede percibir con ayuda del movimiento sobre el equipo de reproducción de imágenes incluso objetos situados en las zonas marginales de su campo de visión, sino que también puede reconocerlos y eventualmente identificarlos.

Es especialmente ventajoso que la zona de la imagen panorámica que corresponde a la zona visual del operador sea reproducida sin distorsión. Esto le permite al operador poder ver siempre claramente y sin distorsión la zona importante para sus necesidades de información.

Preferiblemente, el equipo de procesamiento de señales de imagen recibe información sobre la dirección visual actual del operador, con lo que la zona reproducida sin distorsión de la imagen panorámica corresponde a la dirección visual actual del operador, aun cuando éste se mueva y modifique entonces su dirección visual. Esta adaptación automática de la zona reproducida sin distorsión a la dirección visual actual del operador permite hacer que se desplace la zona reproducida sin distorsión de la imagen panorámica visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes cuando el operador varía su dirección visual. Se puede conseguir así que no tenga que reproducirse sin distorsión todo el ángulo visual que corresponde al campo de visión natural del operador, sino que sea necesario reproducir sin distorsión únicamente un ángulo visual central estrecho sobre el equipo de reproducción de imágenes.

Sin embargo, es ventajoso también que el operador pueda influir sobre el equipo de procesamiento de señales de imagen de tal manera que pueda seleccionar zonas de la imagen panorámica visualizadas para él sobre el equipo de reproducción de imágenes que deban reproducirse sin distorsión. Es posible de esta manera que el operador pueda ver sin distorsión un objeto descubierto en la zona lateral de la imagen panorámica reproducida en sí sin distorsión por desplazamiento de la zona reproducida sin distorsión de la imagen panorámica o por creación de una zona adicional reproducida sin distorsión.

Preferiblemente, el dispositivo de representación de entornos es parte de un vehículo, especialmente una aeronave, y la fuente de imagen o las fuentes de imagen están dispuestas en el vehículo y suministran preferiblemente una representación al menos semicircular o completamente circular que parte del vehículo. Esta forma de ejecución del dispositivo de representación de entornos según la invención es especialmente ventajosa, junto con un coste relativamente pequeño, para muchos sectores de aplicación en los que puede ser importante lo que antecede en las secciones laterales del campo de visión natural de un conductor de vehículo, ya que se obtiene así una perceptible ganancia de información.

Preferiblemente, la zona no distorsionada de la imagen panorámica reproduce un sector de imagen situado en la dirección de traslación. Esto le permite al conductor del vehículo controlar también el vehículo exclusivamente con ayuda de la imagen panorámica visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes, lo que representa una gran ventaja, por ejemplo, en vehículos blindados o bien en vehículos remotamente controlados, en los que el conductor del vehículo y el equipo de reproducción de imágenes se encuentran fuera del vehículo.

En otra forma de ejecución preferida la contracción de la reproducción de imágenes aumenta desde la zona reproducida sin distorsión de la imagen panorámica hacia los lados de ésta. De este modo, la zona de la imagen panorámica que es menos relevante para la dirección visual principal actual ocupará menos espacio sobre el equipo de reproducción de imágenes, con lo que el espacio restante puede aprovecharse mejor para las zonas de la imagen panorámica reproducidas con menos distorsión o sin distorsión.

Una aplicación especialmente ventajosa del dispositivo de representación de entornos según la presente invención se desarrolla en un vehículo, especialmente en una aeronave, que está equipado con un dispositivo de representación de entornos según la invención que puede presentar también los ventajosos perfeccionamientos antes citados.

La aplicación del dispositivo de representación de entornos se desarrolla en este caso de una manera especialmente ventajosa cuando el vehículo consiste en un vehículo no tripulado, por ejemplo una aeronave no tripulada. En este caso, el equipo de reproducción de imágenes está dispuesto en una unidad de control remoto prevista fuera del vehículo. El equipo de procesamiento de señales de imagen puede estar previsto en el vehículo o en la unidad de control remoto. Las señales de imagen correspondientes se transmiten, preferiblemente por vía inalámbrica, entre el vehículo y la unidad de control remoto.

La parte del problema dirigida al procedimiento se resuelve con el procedimiento indicado en la reivindicación 15 para representar una imagen panorámica para un operador sobre un equipo de reproducción de imágenes de un dispositivo de representación de entornos según la invención. El procedimiento presenta los pasos siguientes:

- habilitar señales de imagen de entrada que se suministran por al menos una fuente de imagen;
 - transformar las señales de imagen de entrada en señales de imagen de salida para la imagen panorámica de tal manera que al menos una primera zona de la imagen panorámica no esté distorsionada o esté contraída en un primer grado de contracción y al menos una segunda zona de la imagen panorámica esté contraída en un segundo grado de contracción,
- 5
- retransmitir las señales de imagen de salida al equipo de reproducción de imágenes y
 - visualizar la imagen panorámica sobre el equipo de reproducción de imágenes,
- en el que el respectivo grado de contracción de las zonas reproducidas contraídas puede elegirse siempre como individualmente variable a voluntad,
- 10
- en el que el respectivo grado de contracción de las zonas reproducidas contraídas puede elegirse siempre como individualmente variable a voluntad,
- en el que estas variaciones de las zonas reproducidas contraídas pueden efectuarse durante el funcionamiento del dispositivo de representación de entornos,
- 15
- en el que un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraída puede elegirse a voluntad entre 0° y 360° en un plano horizontal y
- en el que un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraída puede elegirse a voluntad entre -90° y $+90^{\circ}$ en un plano vertical.
- 20
- Mediante el procesamiento de las señales de imagen de entrada según el procedimiento de la invención se consigue que, a partir de las señales de imagen de entrada obtenida de la fuente de imagen o de las fuentes de imagen, se generen señales de imagen de salida que visualicen sobre el equipo de reproducción de imágenes una imagen panorámica que se reproduce con distintas distorsiones en diferentes zonas, pudiendo ajustarse las distorsiones, especialmente las contracciones, en una o dos dimensiones durante la visualización, es decir, a voluntad con respecto al tiempo de funcionamiento.
- 25
- En un perfeccionamiento ventajoso de este procedimiento un operador puede seleccionar el sitio en que debe efectuarse sobre la imagen panorámica una reproducción no distorsionada o distorsionada. Esto puede efectuarse, por ejemplo, de tal manera que el operador toque esta zona reproducidas sin distorsión o con distorsión sobre el equipo de reproducción de imágenes configurado como una pantalla táctil o bien el operador, ayudándose de medios de operación en sí conocidos, presentes en el equipo de reproducción de imágenes, pueda colocar un cursor en el sitio deseado en el que deba efectuarse la reproducción de imagen distorsionada o no distorsionada.
- 30
- Como alternativa o adicionalmente, puede estar previsto también que se efectúe en base a un objeto o evento automáticamente detectado una determinación automática de una zona a reproducir sin distorsión o con menos distorsión de la imagen panorámica visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes. Así, por ejemplo, cuando un sensor detecta un objeto aproximándose desde una dirección determinada, se puede reducir automáticamente sin distorsión o con menos distorsión sobre el equipo de reproducción de imágenes la zona en la
- 35
- que se encuentra este objeto.
- Ejemplos de realización preferidos de la invención con detalles de ejecución adicionales y otras ventajas se describen y explican con mayor pormenor en lo que sigue haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Muestran:

- 40
- La figura 1, una aeronave con un dispositivo de representación de entornos según la invención;
- La figura 2, una representación esquemática de los componentes de un dispositivo de representación de entornos de la invención según la figura 1;
- La figura 3, un vehículo blindado con un dispositivo de representación de entornos según la invención;
- 45
- La figura 4, una representación esquemática de los componentes de un dispositivo de representación de entornos de la invención según la figura 3;
- La figura 5, un ejemplo de un ensanchamiento clásico del campo de visión; y
- La figura 6, un ejemplo de un ensanchamiento del campo de visión con una zona no distorsionada prevista según la

invención.

Exposición de ejemplos de realización preferidos

En la figura 1 se representa un avión 1 que está equipado con un dispositivo 2 de representación de entornos según la invención. A este fin, el avión 1 presenta una pluralidad de fuentes de imagen. En la figura 1 se pueden apreciar la cabina 11 del piloto del avión 1 y el piloto 12 como operador para el dispositivo 2 de representación de entornos, mostrándose esquemáticamente en la cabina 11 del piloto un equipo 24 de reproducción de imágenes del dispositivo 2 de representación de entornos.

Como primera fuente de imagen está previsto un modelo digital del terreno del entorno, almacenado en una memoria de datos 10' de un ordenador 10 (figura 2), en el cual se encuentra actualmente el avión. La imagen virtual suministrada por esta fuente de imagen sintética se extiende alrededor del avión en un ángulo de imagen horizontal de $\alpha = 360^\circ$. Esta vista exterior sintética se genera a partir de uno o varios modelos digitales del terreno archivados en la memoria 10' del ordenador 10, los cuales forman una base de datos para los datos de imagen. A este fin, una cámara visual de un programa de generación de imágenes que se desarrolla en el ordenador "filma" un modelo de terreno digital para generar una imagen dinámica asistida por ordenador, cuyos datos de imagen se transmiten como señales de imagen de entrada S_{E10} al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen a través de una línea de datos 10'', tal como puede verse en la figura 2.

El equipo 25 de procesamiento de señales de imagen forma de una manera descrita más adelante una señal de imagen de salida S_A que se retransmite al equipo 24 de reproducción de imágenes a través de una línea de datos 26 y que se visualiza allí como una imagen panorámica 24'. Mientras se mueve el avión por el medio ambiente, se representa el entorno sobre el equipo de reproducción de imágenes como una vista exterior sintética en perspectiva. Esta vista exterior sintética puede complementarse en su contenido por medio de otras fuentes de información o puede llevar superpuestos total o parcialmente otros contenidos de imagen.

Como fuente de imagen adicional el avión está provisto de al menos un equipo 14 de captura de imágenes que presenta como sensor formador de imágenes un sensor 14' de captura de imágenes que está formado, por ejemplo, por una cámara óptica o una cámara de infrarrojos. Este sensor formador de imágenes captura en el ejemplo mostrado un sector de imagen muy estrecho, situado en la dirección de vuelo, de $+ / - 10^\circ$ con relación al eje longitudinal X del vehículo, es decir, un ángulo de imagen horizontal de $\beta = 20^\circ$. Las señales de imagen S_{E14} suministradas por este sensor formador de imágenes se alimentan al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen a través de una línea de datos 14'' y se integran por este equipo en la imagen panorámica como una imagen real del entorno.

Asimismo, como fuente de imagen está previsto un equipo 16 de reconocimiento de objetos con uno o más sensores de rastreo 16' que puede reconocer objetos y obtener información sobre estos objetos. Tales sensores de rastreo son, por ejemplo, sensores de rastreo por infrarrojos, sensores de rastreo por radar, sensores IFF (identification friend/foe – identificación amigo/enemigo) o los llamados sensores ELS (Emitter-Locator-System – sistema localizador de emisores), que pueden localizar una estación de radar que emite un rayo de búsqueda de radar. Estos sensores de rastreo pueden reconocer objetos en un rango angular, colocado en la dirección de vuelo, de $+ / - 70^\circ$, es decir, en un ángulo de imagen horizontal de $\gamma = 140^\circ$, y pueden obtener diferentes informaciones sobre estos objetos, como, por ejemplo, su posición, velocidad o dirección de movimiento. Esta información se transmite como señal de imagen de entrada S_{E16} al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen a través de una línea de datos 16'' y es integrada por este equipo en la imagen panorámica visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes. Se valora así adicionalmente la vista de la imagen en materia de información. El operador no puede realizar en este caso por sí mismo el reconocimiento del objeto, sino que la presencia de un objeto y sus propiedades se le visualizan al operador sobre el equipo 25 de reproducción de imágenes mediante un símbolo correspondiente.

Por último, la información de vigilancia recibida vía radio de datos por medio de un receptor 18 formador de la fuente de imagen y una antena 18' puede transmitirse también como señales de imagen de entrada S_{E18} al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen a través de una línea de datos 18''. Esta información de vigilancia es enviada, por ejemplo, por una estación de radar en tierra o por otros aviones de reconocimiento aéreo (por ejemplo, AWACS) y representa una señal de reporte de rastreo que resulta de la vigilancia del entorno total del avión 1 bajo un ángulo de imagen horizontal de $\delta = 360^\circ$. Por tanto, esta información de vigilancia proveniente de otras fuentes de información se alimenta al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen y se integra por éste de una manera adecuada, por ejemplo como representación simbólica, en la imagen panorámica – visualizada sobre el equipo de reproducción de imágenes – de la vista exterior, por ejemplo en parte sintética y en parte real.

Como consecuencia, en la vista exterior sintética generada por el modelo de terreno digital se puede integrar información de imagen adicional proveniente de otras fuentes de imagen o fuente de información diferentes, como, por ejemplo, cámaras ópticas o cámaras de infrarrojos o bien señales de imagen generadas por medio de otros procedimientos, tal como un radar formador de imágenes. En este caso, el entorno real capturado por los sensores formadores de imágenes de las fuentes de imagen se reproduce sobre el dispositivo de reproducción de imágenes.

Esta reproducción del entorno real puede visualizarse en un rango anular correspondiente a la dirección visual del sensor pertinente, en lugar o además de la vista exterior sintética del modelo de terreno digital.

5 La figura 3 muestra una aplicación alternativa del dispositivo 2 de representación de entornos según la invención en un vehículo blindado 1'. Este vehículo 1' presenta cuatro equipos 20, 21, 22, 23 de captura de imágenes como fuentes de imagen, por ejemplo cámaras que trabajan en luz visible. Sin embargo, como alternativa o adicionalmente, pueden estar previstos también equipos de captura de imágenes que trabajen en dominios de longitudes de onda que estén fuera de la luz visible, por ejemplo en el dominio infrarrojo.

10 Un primer equipo 20 de captura de imágenes está dirigido hacia delante en la dirección de traslación y posee un rango de captura de imágenes con un ángulo de imagen horizontal α_1 de 60°. En el vehículo está montado un equipo 21 de captura de imágenes dirigido hacia atrás con un ángulo de imagen horizontal α_2 de 90°. Además, en el vehículo 1' están previstos unos equipos 22, 23 de captura de imágenes dirigidos hacia el lado izquierdo y hacia el lado derecho, respectivamente, que cubren sendos ángulos de imagen horizontales α_3, α_4 de 120°. De esta manera, con los cuatro equipos 20, 21, 22, 23 de captura de imágenes es posible una visión omnidireccional de 360° alrededor del vehículo 1'.

15 En la figura 4 se muestra esquemáticamente la constitución del dispositivo 2 de representación de entornos para este caso de aplicación. Los equipos 20, 21, 22, 23 de captura de imágenes están provistos cada uno de ellos de un sensor 20', 21', 22', 23' de captura de imágenes que genera datos de imagen electrónicos a partir de una imagen ópticamente obtenida. Estos datos de imagen generados en cada uno de los equipos 20, 21, 22, 23 de captura de imágenes se retransmiten como señales de imagen $S_{E20}, S_{E21}, S_{E22}, S_{E23}$ al equipo 25 de procesamiento de señales de imagen desde el respectivo equipo 20, 21, 22, 23 de captura de imágenes a través de líneas de datos correspondientes 20'', 21'', 22'', 23''.

A continuación, se explica el funcionamiento del dispositivo de representación de entornos según la invención con ayuda de los dos ejemplos anteriormente descritos.

25 En el equipo 25 de procesamiento de señales de imagen se fusionan las señales de imagen entrantes $S_{E10}, S_{E14}, S_{E16}, S_{E18}$ o $S_{S20}, S_{E21}, S_{E22}, S_{E23}$ y se forma a partir de la información de imagen contenida en cada una de ellas una información de imagen total en la que está agrupada la información de imagen suministrada por las distintas fuentes de imagen 10, 14, 16, 18 o 20, 21, 22, 23 para obtener una información total configurada como una imagen panorámica. Esta información de imagen total se somete después a un procesamiento de imágenes seguidamente descrito y se retransmite como señal de imagen de salida S_A , a través de otra línea de datos de imagen 26, desde el equipo 25 de procesamiento de imágenes hasta el equipo 24 de reproducción de imágenes, que puede estar formado, por ejemplo, por una pantalla panorámica.

30 Debido al ensanchamiento del campo de visión producido de esta manera para el operador (por ejemplo: el piloto de un avión o el conductor de un vehículo) 12 se presenta primeramente una contracción del campo de visión visualizado sobre el equipo de reproducción de imágenes, tal como se muestra en las figuras 5A a 5C con ayuda de otro ejemplo.

40 La figura 5B muestra la representación esquemática del campo de visión que se ofrece al operador, por ejemplo al piloto de un avión mientras dirige su mirada en la dirección de vuelo, con un ángulo visual horizontal de aproximadamente 50°. Si se representa este campo de visión sobre el equipo 24 de reproducción de imágenes, se obtiene entonces la representación no distorsionada según la figura 5B. Este campo de visión corresponde al ángulo visual β_1 de la figura 5A.

Si se agranda ahora el campo de visión por medio del dispositivo de representación de entornos según la invención, lo que se representa simbólicamente por el ángulo visual horizontal β_2 en la figura 5A, y se representa este campo de visión mayor sobre el mismo equipo de reproducción de imágenes, como se muestra en la figura 5C, se obtiene entonces una contracción horizontal de la reproducción total.

45 Esta contracción horizontal se ensancha nuevamente a continuación, en el equipo 25 de procesamiento de imágenes, en una zona central que corresponde a la visión del piloto 12 del avión en la dirección de vuelo, con lo que en la zona central B_1 , que se extiende en el ejemplo mostrado en las figuras 6A a 6C sobre un ángulo visual horizontal β_3 de alrededor de 20° (figura 6A), se obtiene una representación no distorsionada sobre el equipo 24 de reproducción de imágenes (figura 6C). Las segundas zonas restantes B_{2L} y B_{2R} , que discurren desde la zona central B_1 hacia el borde, están reproducidas con una mayor contracción en dirección horizontal que en el caso de la contracción uniforme mostrada en la figura 6B para todo el campo de visión.

55 De esta manera, con el dispositivo de representación de entornos según la invención se produce, por un lado, un agrandamiento del campo de visión, mientras que, por otro lado, mediante el ensanchamiento en la zona central del campo de visión, es decir, en la dirección visual V del piloto del avión o del conductor del vehículo, se logra una reproducción conforme a la realidad, con lo que el conductor del vehículo o el piloto 12 del avión puede desempeñar

ilimitadamente su tarea de guía.

La información adicional existente en las zonas marginales comprimidas B_{2L} y B_{2R} puede ser aprovechada por el conductor del vehículo o el piloto 12 del avión para la planificación de rutas y la vigilancia de rutas. Si, como, por ejemplo, en un avión de combate, es necesaria la vigilancia de todo el espacio aéreo alrededor del avión, la representación sobre el equipo 24 de reproducción de imágenes puede abarcar un intervalo angular de $+180^\circ$ a -180° , tal como se muestra en el ejemplo de la figura 1. En este caso, algunas zonas de la imagen panorámica 24' representada sobre el equipo 24 de reproducción de imágenes pueden presentar una contracción diferente. Así, por ejemplo, la zona central B_1 , en la que se reproduce la imagen real tomada por una cámara, puede reproducirse sin distorsión. Las zonas laterales adyacentes a ésta hasta aproximadamente $+90^\circ$ en un lado y -90° en el otro lado, en las que la información de rastreo puede estar integrada en una imagen virtual del entorno, pueden estar menos fuertemente contraídas que las zonas marginales laterales más exteriores y más contraídas entre -90° y -180° o $+90^\circ$ y $+180^\circ$, en las que se representa la imagen virtual del entorno. Esta contracción tan fuerte en esta zona apenas perjudica a la tarea de vigilancia.

El ensanchamiento del campo de visión visualizado sobre el equipo 24 de reproducción de imágenes conduce a distorsiones en una proyección central sobre una pantalla plana. Por tanto, es ventajoso que en el equipo de procesamiento de señales de imagen se realice primeramente por vía analítica una proyección central sobre una superficie esférica y que los datos de esta reproducción esférica se conviertan seguidamente, como desarrollo de la superficie de proyección esférica sobre una superficie de proyección plana, en datos de imagen de la superficie de proyección plana y a continuación se contraigan hasta el tamaño de la pantalla del equipo 24 de reproducción de imágenes. Este modo de actuación puede desarrollarse tanto en el plano horizontal como – alternativa o adicionalmente – en el plano vertical.

La visualización así generada se obtiene mediante una proyección concéntrica del espacio aéreo sobre una superficie de proyección esférica. La esfera se desarrolla sobre una superficie de representación plana de la pantalla, con lo que las líneas de igual elevación e igual acimut dan como resultado una red cuadrículada ortogonal. La variación de estos ángulos puede efectuarse durante el funcionamiento.

Además, es posible documentar una proporción variable de esta vista exterior contraída en perspectiva con un grado de contracción elegible a voluntad. La visualización restante se adapta entonces de manera correspondiente a su contracción para reproducir también el sector deseado del espacio aéreo. Así, por ejemplo, se puede ecualizar el sector de imagen en la dirección de vuelo y se puede representar éste conforme a la realidad, mientras que la representación restante sigue estando contraída. El piloto del avión tiene la posibilidad de seleccionar un sector de tamaño arbitrario del espacio aéreo que le circunda y hacer que este sector se visualice en perspectiva. Se puede optimizar así la recogida de información táctica y navegatoria relevante respecto de la eficiencia y la efectividad del trabajo, se puede reducir la carga de trabajo y se puede aumentar el rendimiento del piloto del avión y de todo el sistema.

El operador (conductor de vehículo o piloto de avión) tiene la posibilidad de hacer que se representen sectores diferentes de la vista exterior sintética con una contracción diferente. Por ejemplo, cuando se observan diferentes zonas del espacio aéreo, son relevantes diferentes tareas para el piloto del avión. Mediante la contracción diferente de zonas de imagen distintas se puede adaptar la vista exterior artificial a las diferentes tareas. Por ejemplo, una representación conforme a la realidad en la dirección de vuelo sirve para la tarea de guía de vuelo, una contracción moderada de la representación hasta horizontal $\pm 90^\circ$ sirve para la planificación de rutas y una fuerte contracción del espacio aéreo posterior no perjudica la tarea de vigilancia.

Los símbolos de referencia en las reivindicaciones, la descripción y los dibujos sirven únicamente para entender mejor la invención y no deberán limitar el alcance de la protección.

Lista de símbolos de referencia

Designan:

- 1 Aeronave
- 1' Vehículo blindado
- 2 Dispositivo de representación de entornos
- 10 Ordenador
- 10' Memoria
- 10'' Línea de datos
- 11 Cabina de piloto
- 12 Piloto de avión
- 14 Equipo de captura de imágenes
- 14' Sensor de captura de imágenes
- 14'' Línea de datos
- 16 Equipo de reconocimiento de objetos

	16'	Sensor de rastreo
	16''	Línea de datos
	18	Receptor
	18'	Antena
5	18''	Línea de datos
	20	Equipo de captura de imágenes
	20'	Sensor de captura de imágenes
	20''	Línea de datos
	21	Equipo de captura de imágenes
10	21'	Sensor de captura de imágenes
	21''	Línea de datos
	22	Equipo de captura de imágenes
	22'	Sensor de captura de imágenes
	22''	Línea de datos
15	23	Equipo de captura de imágenes
	23'	Sensor de captura de imágenes
	23''	Línea de datos
	24	Equipo de reproducción de imágenes
	25	Equipo de procesamiento de señales de imagen
20	26	Línea de datos de imagen
	α	Ángulo de imagen
	α_1	Ángulo de imagen
	α_2	Ángulo de imagen
	α_3	Ángulo de imagen
25	α_4	Ángulo de imagen
	β	Ángulo de imagen
	β_1	Ángulo visual
	β_2	Ángulo visual
	β_3	Ángulo visual
30	γ	Ángulo de imagen
	δ	Ángulo de imagen
	B ₁	Zona central
	B _{2L}	Zona marginal comprimida
	B _{2R}	Zona marginal comprimida
35	S _A	Señal de imagen de salida
	S _{E10}	Señal de imagen de entrada
	S _{E14}	Señal de imagen de entrada
	S _{E16}	Señal de imagen de entrada
	S _{E18}	Señal de imagen de entrada
40	S _{E20}	Señal de imagen de entrada
	S _{E21}	Señal de imagen de entrada
	S _{E22}	Señal de imagen de entrada
	S _{E23}	Señal de imagen de entrada

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de representación de entornos que comprende

- al menos una fuente de imagen (10, 14, 16, 18; 20, 21, 22, 23);

- un equipo (25) de procesamiento de señales de imagen; y

5 - al menos un equipo (24) de reproducción de imágenes,

en el que las señales de imagen de entrada (SE₁₀, SE₁₄, SE₁₆, SE₁₈; SE₂₀, SE₂₁, SE₂₂, SE₂₃ suministradas por la fuente de imágenes (10, 14, 16, 18; 20, 21, 22, 23) se alimentan al equipo (25) de procesamiento de señales de imagen,

- en el que el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen procesa las señales de imagen de entrada (SE₁₀, SE₁₄, SE₁₆, SE₁₈; SE₂₀, SE₂₁, SE₂₂, SE₂₃) alimentados al mismo para obtener señales de imagen de salida (S_A) de una imagen panorámica,

10 - en el que las señales de imagen de salida (S_A) se retransmiten desde el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen hasta el equipo (24) de reproducción de imágenes para visualizar la imagen panorámica, y

- en el que el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen procesa las señales de imagen de entrada (SE₁₀, SE₁₄, SE₁₆, SE₁₈; SE₂₀, SE₂₁, SE₂₂, SE₂₃) de tal manera que al menos una primera zona (B₁) de la imagen panorámica se reproduzca sin distorsión o bien contraída en un primer grado de contracción y al menos una segunda zona (B_{2L}, B_{2R}) de la imagen panorámica se reproduzca contraída en un segundo grado de contracción, cumpliéndose que el segundo grado de contracción se diferencia del primer grado de contracción,

15

- en el que el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen está concebido de modo que se pueda elegir como variable en la imagen panorámica total la porción de la al menos una primera zona reproducida sin distorsión o contraída,

20

caracterizado

- por que se puede elegir arbitrariamente el respectivo grado de contracción de las zonas reproducidas contraídas,

- por que estas variaciones de las zonas reproducidas contraídas tienen lugar durante el funcionamiento del dispositivo de representación de entornos,

25 - por que se puede elegir arbitrariamente entre 0° y 360°, en un plano horizontal, un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraída, y

- por que se puede elegir arbitrariamente entre -90° y +90°, en un plano vertical, un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraída.

30 2. Dispositivo de representación de entornos según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen está concebido de modo que al menos otra zona de la imagen panorámica pueda reproducirse con otro grado de contracción diferente del primer y el segundo grado de contracción.

3. Dispositivo de representación de entornos según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que está prevista una pluralidad de fuentes de imagen (10, 14, 16, 18; 20, 21, 22, 23), en la que las direcciones visuales de las fuentes de imagen, partiendo de un operador (12) que observa el entorno, están orientadas alrededor del operador (12).

35 4. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que al menos una de las fuentes de imagen (10) presenta un equipo de proceso de datos que está concebido para transmitir datos de imagen de un modelo de terreno digital almacenado, como señales de imagen (SE₁₀), al equipo (25) de procesamiento de señales de imagen.

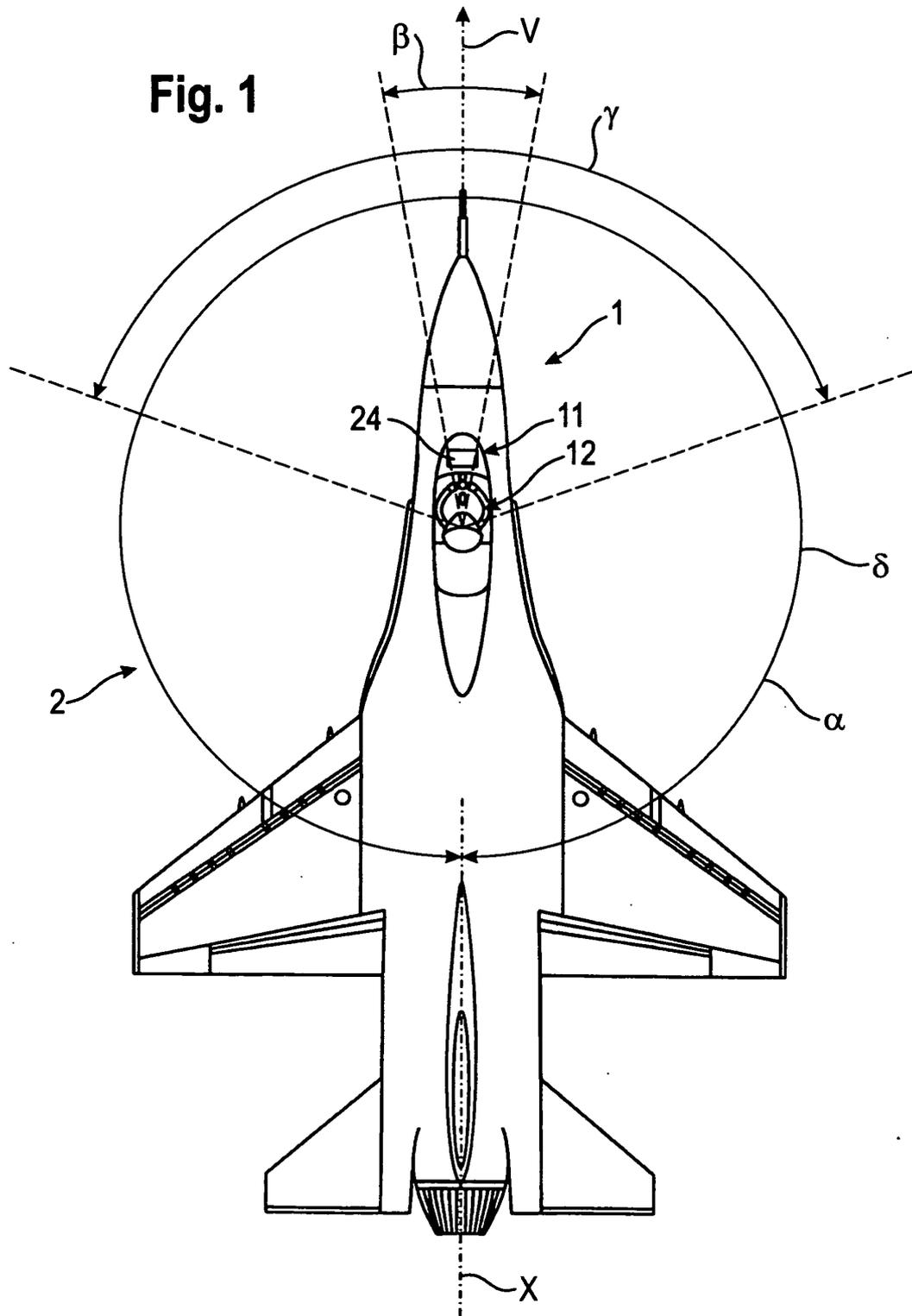
40 5. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que al menos una de las fuentes de imagen (16) está formada por al menos un sensor que está concebido para capturar objetos que se están aproximando y para transmitir datos de posición del objeto resultantes de la captura, como señales de imagen (SE₁₆), al equipo (25) de procesamiento de señales de imagen.

6. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que al menos una de las fuentes de imagen (14; 20, 21, 22, 23) está formada por un equipo de captura de imágenes.

45 7. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que las direcciones visuales de las fuentes de imagen están orientadas de modo que las fuentes de imagen capturen, al menos en un primer plano, informaciones de imagen de un campo de visión con un ángulo de imagen

superior a 120º, preferiblemente superior a 180º, más preferiblemente igual a 360º.

8. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la zona (B₁) de la imagen panorámica que corresponde a la dirección visual (V) del operador (12), se reproduce sin distorsión.
- 5 9. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el equipo (25) de procesamiento de señales de imagen adquiere información sobre la dirección visual actual (V) del operador (12) y por que la zona (B₁) reproducida sin distorsión de la imagen panorámica corresponde a la dirección visual actual (V) del operador (12) cuando éste se mueve y varía así su dirección visual.
- 10 10. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la zona (B₁) de la imagen panorámica visualizada sobre el equipo (24) de reproducción de imágenes, cuya zona se reproduce sin distorsión, puede ser seleccionada por el operador (12) en el dispositivo (2) de representación de entornos.
- 15 11. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el dispositivo (2) de representación de entornos es parte de un vehículo (1) y por que el equipo o equipos (10, 14, 18; 20, 21, 22, 23) de captura de imágenes están dispuestos en el vehículo (1) y suministran una vista al menos semicircular que parte del vehículo (1), y/o por que la zona no distorsionada (B₁) de la imagen panorámica reproduce un sector de imagen situado en la dirección de traslación.
- 20 12. Dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la contracción de la reproducción de imágenes aumenta desde la zona (B₁) de la imagen panorámica, reproducida sin distorsión, hacia los lados de la misma.
13. Vehículo (1; 1') con un dispositivo (2) de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 25 14. Vehículo según la reivindicación 13, **caracterizado** por que al menos el equipo (24) de reproducción de imágenes está dispuesto en una unidad de control remoto prevista lejos del vehículo (1; 1') y por que las señales de imagen se transmiten entre el vehículo (1; 1') y la unidad de control remoto.
15. Procedimiento para representar una imagen panorámica para un operador sobre un equipo de reproducción de imágenes de un dispositivo de representación de entornos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende los pasos siguientes:
- habilitar señales de imagen de entrada que se suministran desde al menos una fuente de imagen;
 - 30 - transformar las señales de imagen de entrada en señales de imagen de salida para la imagen panorámica de tal manera que al menos una primera zona de la imagen panorámica no tenga distorsión o bien esté contraída en un primer grado de contracción y al menos una segunda zona de la imagen panorámica esté contraída en un segundo grado de contracción, cumpliéndose que el segundo grado de contracción se diferencia del primer grado de contracción,
 - 35 - retransmitir las señales de imagen de salida al equipo de reproducción de imágenes y
 - visualizar la imagen panorámica sobre el equipo de reproducción de imágenes;
- caracterizado**
- por que el respectivo grado de contracción de las zonas reproducidas contraídas puede elegirse en cada caso individual como arbitrariamente variable,
- 40 por que estas variaciones de las zonas reproducidas contraídas tienen lugar durante el funcionamiento del dispositivo de representación de entornos,
- por que se puede elegir arbitrariamente entre 0º y 360º, en un plano horizontal, un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraídas, y
- 45 por que se puede elegir arbitrariamente entre -90º y +90º, en un plano vertical, un ángulo de visión correspondiente a una zona reproducida sin distorsión o contraída.



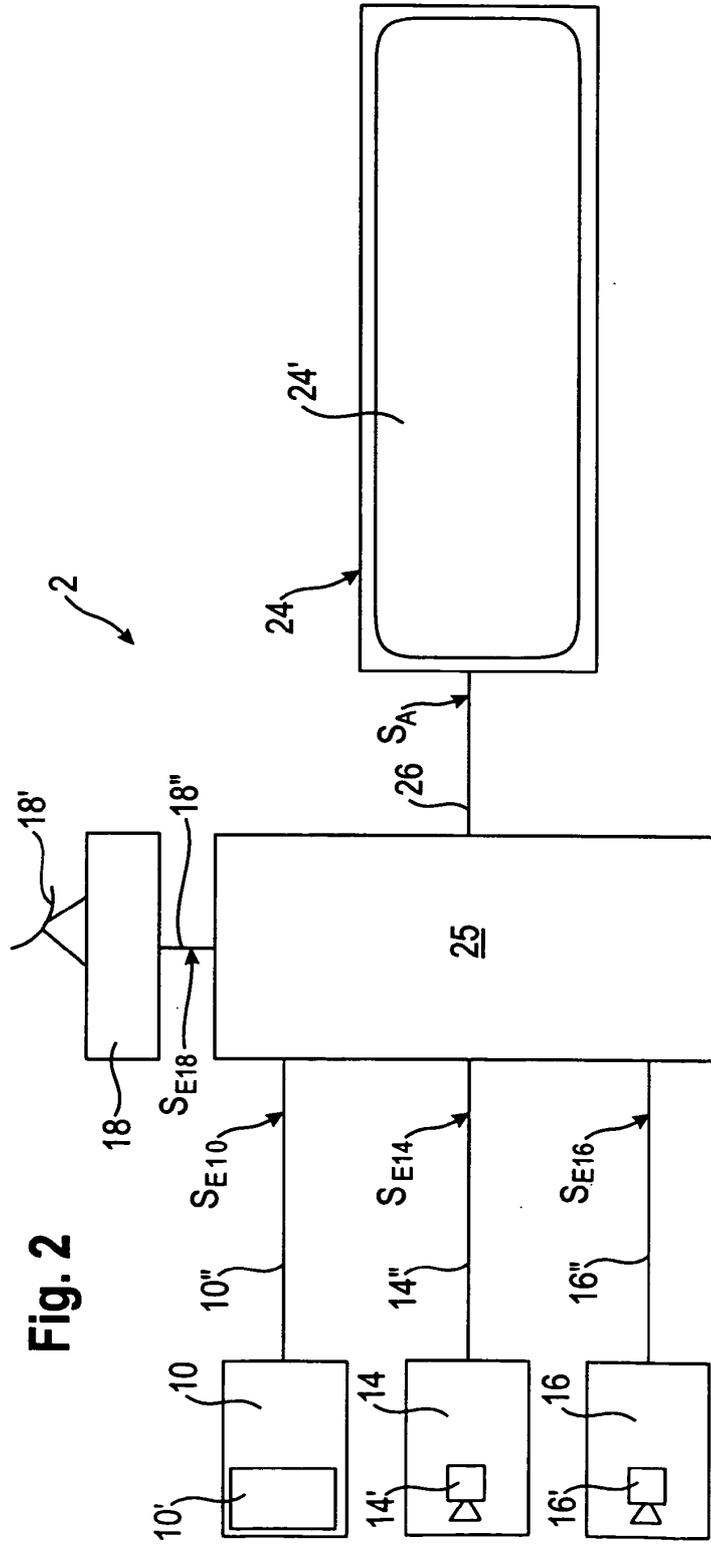
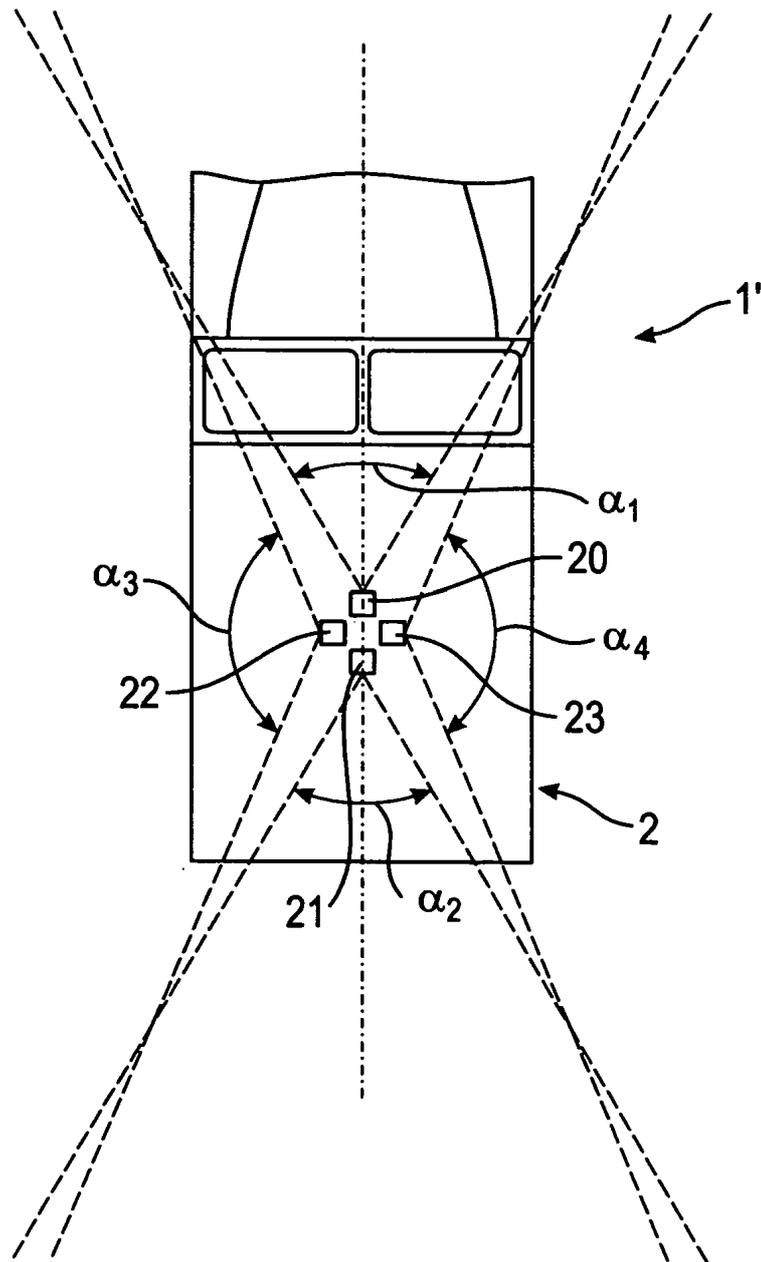


Fig. 2

Fig. 3



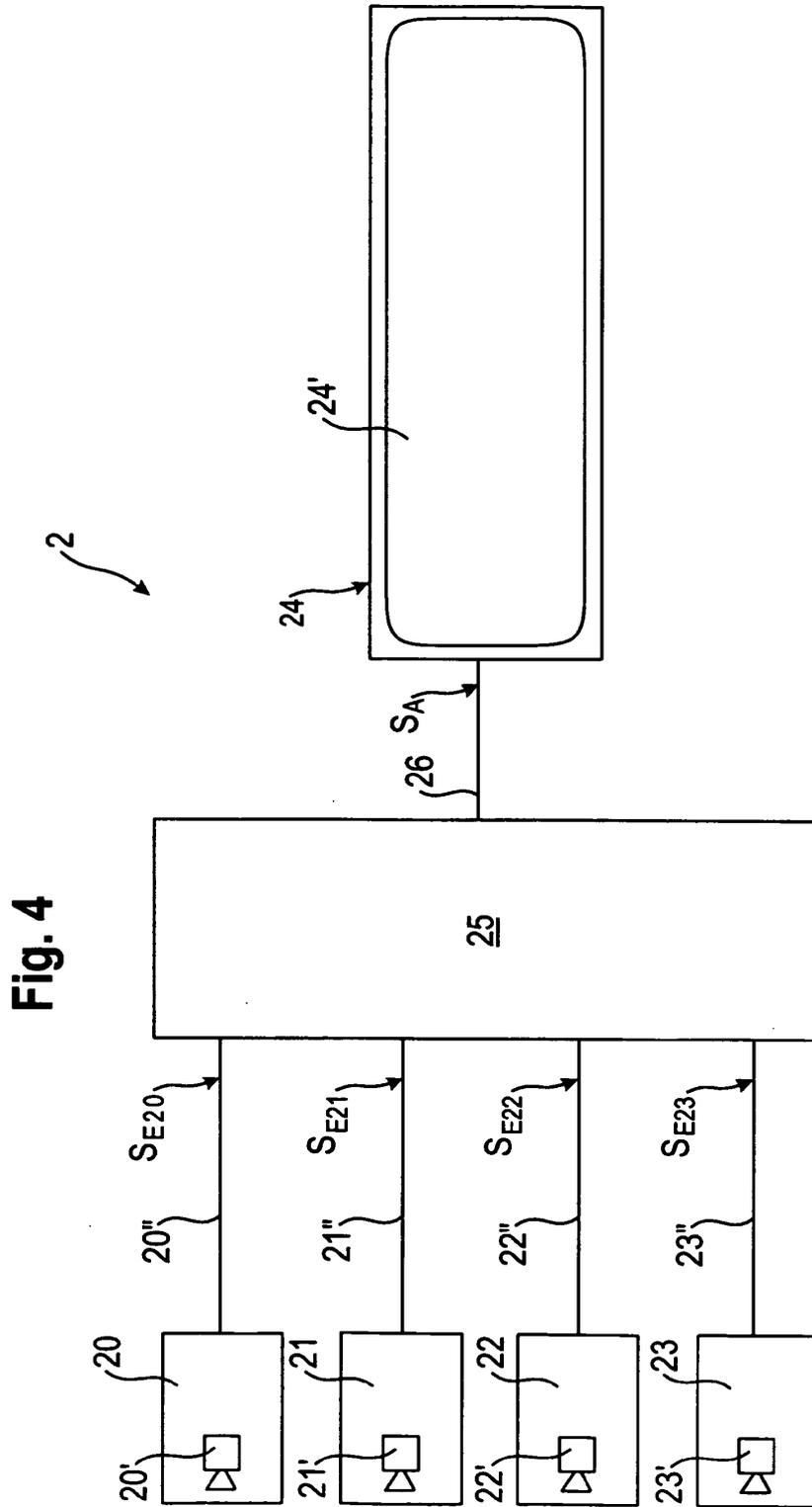


Fig. 5A

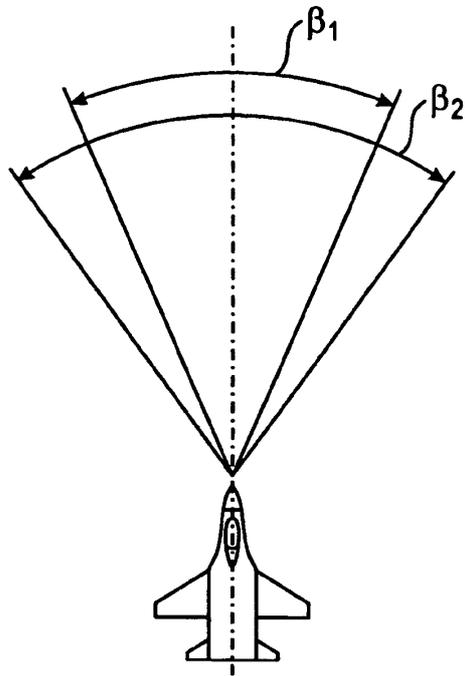


Fig. 5B

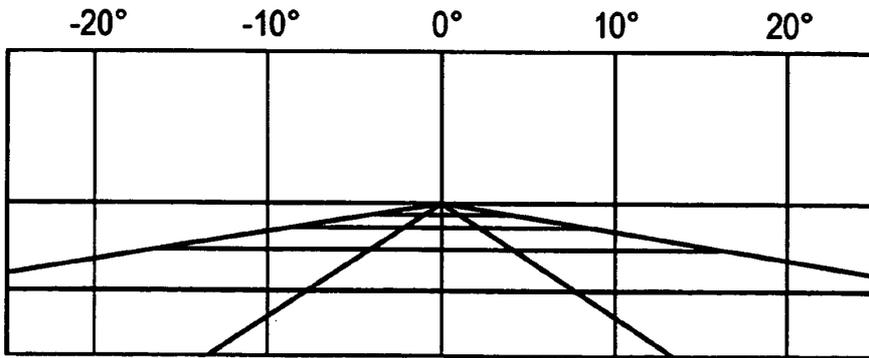


Fig. 5C

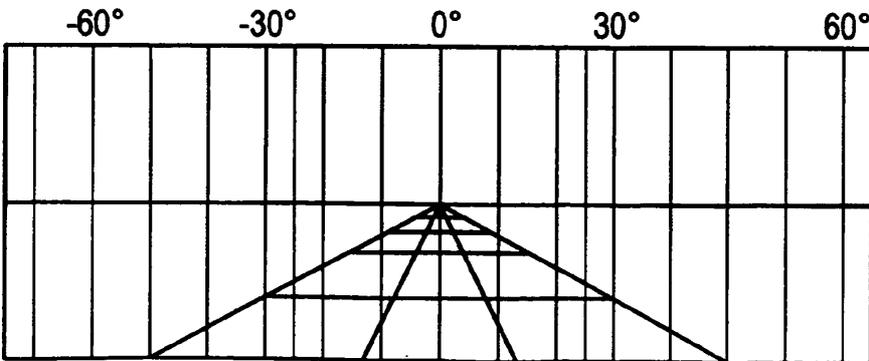


Fig. 6A

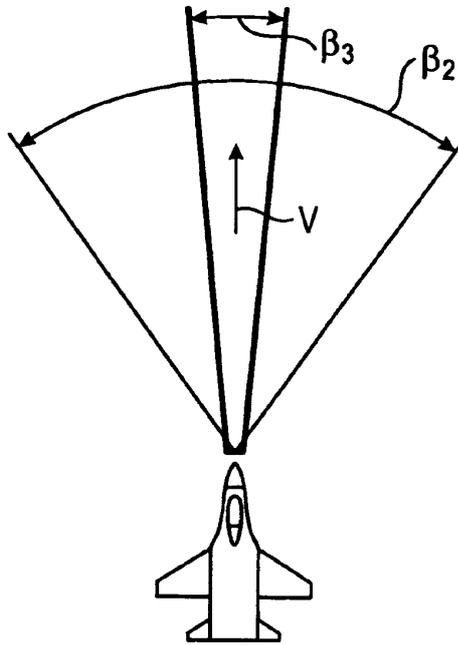


Fig. 6B

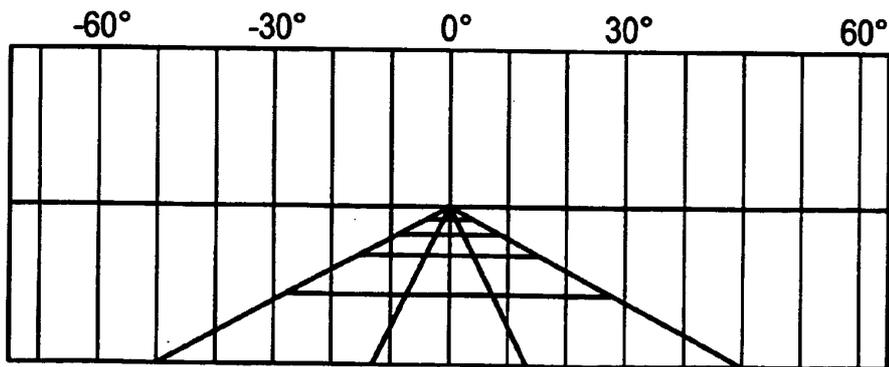


Fig. 6C

