

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 436**

51 Int. Cl.:

F41G 3/00 (2006.01)

F41G 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10165903 .5**

96 Fecha de presentación: **14.06.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2284472**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2011**

54 Título: **Sistema de señalamiento de objetivos**

30 Prioridad:
15.06.2009 IT TV20090130

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.07.2012

73 Titular/es:
**SELEX Galileo S.p.A.
Via Albert Einstein, 35
Campi Bisenzio, IT**

72 Inventor/es:
**Riccobono, Aldo;
Maffini, Massimo y
Martelli, Stefano**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 384 436 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

Sistema de señalamiento de objetivos.

La presente invención se relaciona con un sistema de señalamiento de objetivos.

5 En particular, la presente invención se relaciona con un sistema de señalamiento instalado a bordo de un vehículo terrestre, que corresponde, por ejemplo, a un tanque o vehículo similar, y se configura para ayudar convenientemente a un operador en la operación de apuntar a un objetivo, haciendo más fácil la operación rastreo cuando el vehículo y el objetivo ambos en movimiento.

10 Más en detalle, la presente invención se relaciona con un sistema de señalamiento del tipo que comprende un dispositivo de señalamiento óptico, que a su vez está equipado con una unidad de reflexión óptica que se monta en forma móvil sobre el vehículo terrestre de tal manera que se puede mover sobre dos ejes ortogonales (típicamente indicado como el "eje de azimut" y el "eje de elevación"), un sensor óptico (por ejemplo, una telecámara) montado sobre el vehículo con el fin de cooperar con la unidad óptica para adquirir las imágenes reflectadas por el último, un dispositivo móvil para la unidad óptica y un sistema de control óptico automático capaz de pilotar el dispositivo móvil con el fin de ajustar las posiciones de la unidad óptica sobre los ejes de elevación y/o azimut durante la adquisición de imágenes.

20 El sistema de señalamiento también comprende una pantalla capaz de mostrar el operador/artillero las imágenes adquiridas por el sensor óptico y un puntero gráfico, típicamente representado por puntos de mira superpuestos sobre las imágenes, lo que define una "referencia de señalización óptica" con respecto a la posición asumida por la unidad óptica en el eje de azimut y el eje de elevación, y una "referencia de disparo" que indica una cantidad correlacionada con la posición asumida del objetivo y por lo tanto utilizable por un sistema de armamento instalado posiblemente en el vehículo terrestre para determinar la línea de disparo con la cual opera el armamento con el fin de impactar el objetivo señalado.

25 El sistema de señalamiento también comprende una palanca de mando que se puede controlar manualmente por el operador en dos ejes de control mutuamente ortogonales, y se configura para proporcionar el sistema de control automático con cantidades de control correlacionadas con el desplazamiento de la palanca de mando en los dos ejes de control.

En particular, el sistema de control automático procesa las cantidades de control con el fin de controlar el desplazamiento de la unidad óptica sobre el eje de azimut y sobre el eje de elevación en respuesta al desplazamiento de la palanca de mando en el primer y segundo ejes de control respectivamente.

30 En sistemas de señalamiento conocidos del tipo descrito anteriormente, la unidad óptica comprende un espejo que tiene un eje de señalamiento óptico dispuesto en forma perpendicular a la superficie plana del espejo propiamente dicho y que se puede montar en forma móvil sobre el vehículo de tal manera que es posible mover el eje de señalamiento óptico sobre el eje de azimut, y/o sobre el eje de elevación. Con respecto a la unidad móvil, esta comprende motores eléctricos conectados a los miembros de transmisión de movimiento a través del espejo óptico para permitir el movimiento del espejo sobre el eje de azimut y el eje de elevación.

35 Con respecto al sistema de control automático, este comprende un módulo de ajuste, que se configura para estabilizar la orientación del eje óptico del espejo, haciéndolo independiente de los ángulos de orientación del vehículo medidos con respecto al eje de azimut y el eje de elevación asumidos por el vehículo propiamente dicho durante su movimiento.

40 En el caso que nos ocupa, el módulo de ajuste comprende un dispositivo giroscópico montado firmemente al tanque que recibe un ángulo de control de precesión en la entrada que indica la posición para hacer el eje de precesión del giroscopio y es capaz de proporcionar una señal de salida proporcional a la velocidad angular relativa entre el eje de precesión del giroscopio y el eje de señalamiento óptico del espejo. En otras palabras, el módulo de ajuste se configura para cancelar la velocidad angular relativa entre el eje de precesión del rotor de dispositivo giroscópico y el eje de señalamiento óptico del espejo por medio de un sistema de retroalimentación. El eje de señalamiento óptico del espejo por lo tanto tienen a asumir una posición angular que diferirá del eje de precesión por un ángulo constante con el tiempo, es decir tenderán a coincidir, excepto para un desfase.

45 El sistema de control automático también comprende un controlador electrónico, que se configura para recibir las cantidades de control generadas por la palanca de mando en la entrada, estas corresponden a las velocidades de desplazamiento angulares de la palanca de mando a lo largo de los dos ejes de control, y para llevar a cabo un cálculo de integración sobre ellos con el fin de generar un comando que contiene el ángulo que se debe hacer que asuma el eje de precesión del rotor de dispositivo giroscópico

El sistema de señalamiento mencionado anteriormente es muy eficiente debido a la respuesta de los comandos emitida por el sistema de control automático a la unidad óptica con base en el comando de velocidad generado por la palanca de mando, aparte de ser extremadamente rápido, presenta alta selectividad a la acción manual ejercida por el operador sobre la palanca de mando.

5 Sin embargo, si de una parte la sensibilidad y la rapidez de respuesta del control es extremadamente útil para el operador en la fase inicial de aproximación y posicionamiento del puntero en el objetivo, una condición indicada en los sucesivo como la condición operativa de colocar nuevamente en fase, de otra parte se ha mostrado que no es completamente eficiente cuando el operador, después de posicionar el puntero en el objetivo, debe mantener el puntero asegurado sobre el objetivo en movimiento, esta última condición se indica como la condición operativa de
10 seguimiento.

De hecho, en la condición operativa de seguimiento, la palanca de mando se somete a movimientos accidentales provocados por la agitación producida por el tanque mientras está en movimiento. En esta condición, el operador está obligado consecuentemente a compensar manualmente los movimientos inducidos en la palanca de mando con el fin de mantener el seguimiento del objetivo, esta última condición es extremadamente difícil cuando el objetivo a seguir tiene un movimiento angular constante.
15

Esta dificultad se manifiesta como un estado de tensión para el operador que, cuando pasa el tiempo, provoca un aumento involuntario en imprecisión en el señalamiento del objetivo.

El objeto de la presente invención es por lo tanto incorporar un sistema de señalamiento que es capaz de facilitar al operador mantener la puntería correcta sobre un objetivo móvil.

20 De acuerdo con la presente invención, se hace un sistema para facilitar la puntería a un objetivo, como se proporciona en la reivindicación 1 y preferiblemente, pero no necesariamente, en cualquiera de las reivindicaciones directa o indirectamente dependientes de la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, se hace un tanque, como se proporciona en la reivindicación 11.

25 La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran un ejemplo no limitante de realización, en donde:

- La Figura 1 muestra esquemáticamente un vehículo terrestre equipado con un sistema de señalamiento de objetivo hecho de acuerdo con los principios de la presente invención,

- La Figura 2 muestra un diagrama de bloque del sistema de señalamiento instalado en el vehículo terrestre mostrado en la Figura 1,

30 - La Figura 3 es el diagrama de bloque de un módulo de ayuda de señalamiento del sistema de señalamiento mostrado en la Figura 2,

- La Figura 4 es una gráfica de flujo de la operación del módulo de ayuda para señalamiento mostrado en la Figura 3, mientras que

35 - La Figura 5 muestra la gráfica de flujo del algoritmo de cálculo implementado por el módulo de ayuda para señalamiento mostrado en la Figura 3.

Con referencia a la Figura 1, el numeral de referencia 1 indica, en su totalidad, un vehículo terrestre que comprende un sistema de señalamiento 2 configurado para facilitar que un operador apunte a un objetivo cuando el vehículo 1 y/o el objetivo están en movimiento.

40 En el ejemplo mostrado en la Figura 1, el vehículo terrestre 1 es un tanque, que comprende un casco 3, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal A y se estructura para permitir la acomodación de operadores/artilleros, y un sistema de armamento 4 que se monta sobre la parte superior del casco 3 y que a su vez comprende un torreta giratoria 5, que se extiende hacia arriba del casco 2 a lo largo de un eje B ortogonal al eje longitudinal A para girar alrededor del mismo eje B, y un arma 6, en particular, un cañón posicionado en la torreta giratoria 5.

45 El sistema de armamento 4 es del tipo conocido que no se describirá adicionalmente, aparte de especificar que este comprende una unidad móvil 7 capaz de, luego de un comando, girar la torreta giratoria 5 alrededor del eje B y/o mover el armamento 6 alrededor de un o más ejes de rotación (no mostrados), y un sistema de control de armas (no mostrado) configurado para calcular la línea de disparo para dar el armamento 6 y al movimiento de disparo con base en una primera cantidad de referencia asociada a la posición de señalamiento establecida por el sistema de señalamiento 2, y pilotear la unidad móvil 7 con base en la línea de disparo calculada.

- 5 Con respecto al sistema de señalamiento 2, este comprende un dispositivo de señalamiento óptico 8, que a su vez se proporciona con una unidad de reflexión óptica 9 que se monta en forma móvil sobre el vehículo 1, y un sensor optoelectrónico 10, preferiblemente, pero no necesariamente, comprende una telecámara montada sobre el vehículo 1 cerca a la unidad de reflexión óptica 9 de tal manera que adquiere las imágenes reflejadas por la unidad de reflexión óptica 9.
- 10 En particular, con referencia a las Figuras 1 y 2, la unidad de reflexión óptica 9 comprende un espejo, que tiene un eje de señalamiento óptico C que se extiende ortogonalmente desde la superficie reflectiva del espejo y que se monta en forma móvil sobre la torreta 5 del vehículo 1 con el fin de mover el eje de señalamiento óptico C a lo largo de un eje de azimut Ox. En particular, en el ejemplo mostrado en la Figura 1, el eje de azimut Ox se basa en un plano que es sustancialmente horizontal y es paralelo al eje longitudinal A y ortogonal al eje B, mientras que el espejo de la unidad de reflexión óptica 9 se puede montar en forma móvil sobre el vehículo 1 con el fin de mantener el eje de señalamiento óptico C sobre el mismo plano horizontal.
- 15 El espejo de la unidad de reflexión óptica 9 también se monta en forma móvil de tal manera que el eje de señalamiento óptico C se pueda mover a lo largo de un eje de elevación Oy, que es sustancialmente ortogonal al eje de azimut Ox. En particular, el eje de elevación Oy descansa un plano sustancialmente vertical, mientras que el espejo de la unidad de reflexión óptica 9 se puede montar en forma móvil sobre el vehículo 1 para mantener el eje de señalamiento óptico C en el mismo plano vertical.
- 20 *El dispositivo de señalamiento óptico 8 también comprende un dispositivo móvil 11 para la unidad de reflexión óptica 9 y un sistema de control óptico automático 12, que se configura para pilotear el dispositivo móvil 11 con el fin de ajustar las posiciones de la unidad de reflexión óptica 9 a lo largo del eje Ox y/o el eje Oy durante señalamiento.*
- 25 En este caso, en el ejemplo mostrado en la Figura 2, el dispositivo móvil 11 comprende motores eléctricos y/o actuadores electromecánicos 13 que se conectan al espejo de la unidad de reflexión óptica 9 por medio de sistemas conocidos de transmisión de movimiento (no mostrados) para mover el espejo con el fin hacer el recorrido del eje de señalamiento óptico C a lo largo de los ejes Ox y Oy.
- 30 Con referencia a las Figuras 1 y 2, el sistema de señalamiento 2 también comprende una pantalla 14 ubicada dentro del compartimiento de tripulación construido en el casco 2 y capaz de visualizar las imágenes adquiridas por el sensor optoelectrónico 10 al operador/ artillero.
- La pantalla 14 también es capaz de visualizar un puntero gráfico 30 (mostrado en la Figura 2) al operador, preferiblemente, pero no necesariamente, representado por puntos de mira superpuestos sobre las imágenes, lo que define una "referencia de señalización óptica" (es decir asociado con la posición angular asumida por el eje de señalamiento óptico C con respecto a los ejes Ox y Oy) y la primera cantidad de referencia para suministrar al sistema de armamento 4 para calcular la línea de disparo.
- 35 El sistema de señalamiento 2 también comprende un control manual de usuario, preferiblemente una palanca de mando 15, que se puede controlar manualmente por parte del operador en dos ejes de control mutuamente ortogonales, y se configura para proporcionar el sistema de control automático 12 con cantidades de control correlacionadas con el desplazamiento de la palanca de mando en los mismos dos ejes de control.
- 40 En particular, con referencia a las Figuras 2 y 3, la palanca de mando 15 está equipada con una palanca de control que puede ser operada por un usuario sobre un primer eje X asociado con un comando de desplazamiento del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje Ox, y un segundo eje Y ortogonal al eje X y asociado con un comando de desplazamiento del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje Oy.
- En este caso, la palanca de mando 15 se configura para generar cantidades $X(t_n)$, $Y(t_n)$ que indican la posición angular asumida por la palanca de control de la palanca de mando 15 en el tiempo n-ésimo t_n a lo largo del primer eje X y/o el segundo eje Y respectivamente.
- 45 Con referencia a la Figura 2, el sistema de control automático 12 comprende un módulo de ajuste 16, que se configura para estabilizar la orientación del eje C de señalamiento óptico del espejo, haciéndolo independiente de los ángulos de orientación del vehículo 1 medidos con respecto al eje de azimut y el eje de elevación asumidos por el vehículo 1 cuando está en movimiento.
- 50 En este caso, en el ejemplo mostrado, el módulo de ajuste 16 comprende un dispositivo giroscópico 18 fijado firmemente al vehículo 1, que recibe un comando de precesión ω_p en la entrada que indica la velocidad angular que se debe dar al eje de precesión (no mostrado) del dispositivo giroscópico 18 y es capaz de proporcionar una señal de salida que contiene la velocidad angular ω_e que existe entre el eje de precesión del dispositivo giroscópico 18 y el eje de señalamiento óptico C del espejo.

El módulo de ajuste 16 es del tipo conocido y no se describirá adicionalmente, a diferencia de especificar que se configura para cancelar la velocidad angular ω_E que existe entre el eje de precesión del rotor (no mostrado) del dispositivo giroscópico 18 y el eje C de señalamiento óptico del espejo por medio de una cadena de control de retroalimentación 19.

- 5 El sistema de control automático 12 también comprende un controlador electrónico 21, que se configura para recibir un comando en la entrada que contiene velocidades angulares saturadas $V_s(t_n) = (V_{sx}(t_n); V_{sy}(t_n))$ y lleva a cabo un cálculo de integración sobre ellos (y por lo tanto no se describe en detalle), con el fin de generar el comando de precesión ω_P para aplicar al eje de precesión del rotor del dispositivo giroscópico 18 con el fin de provocar movimiento del espejo de la unidad de reflexión óptica 9.
- 10 En este caso, las velocidades angulares saturadas $V_s(t_n) = (V_{sx}(t_n); V_{sy}(t_n))$ se asocian con el desplazamiento angular de la palanca de mando 15 a lo largo de los ejes X y Y y se procesan por el controlador electrónico 21 para definir un comando de precesión ω_{Px} , con base en que el módulo de ajuste 16 se proporciona para activación, en una forma conocida, del movimiento del espejo a lo largo del eje de azimut Ox, y/o un comando de precesión ω_{Py} , con base en que el módulo de ajuste 16 proporciona activación, en una forma conocida, al movimiento del espejo a lo largo del eje de elevación Oy.

A diferencia de los sistemas de señalamiento conocidos, el sistema de control automático 12 del sistema de señalamiento 2 comprende un módulo de ayuda para señalamiento 22, que se configura para recibir como entrada las cantidades $X(t_n)$, $Y(t_n)$ que indica la posición angular asumida por la palanca de mando 15 y para filtrarlas, de acuerdo con un algoritmo de cálculo descrito en detalle adelante, con el fin de proporcionar las cantidades de control que contienen las velocidades angulares $V_s(t_n) = (V_{sx}(t_n); V_{sy}(t_n))$ en la entrada al controlador electrónico 21.

En particular, el módulo de ayuda para señalamiento 22 se configura para implementar un primer filtro adaptativo de las cantidades $X(t_n)$, $Y(t_n)$ con respecto a la posición angular asumida por la palanca de control de la palanca de mando 15, con el fin de asignar un valor a las velocidades angulares $V_s(t_n) = (V_{sx}(t_n); V_{sy}(t_n))$ proporcional a la velocidad de desplazamiento manual aplicada a la palanca de controlador de la palanca de mando 15 cuando el sistema 2 está en una condición operativa de estar nuevamente en fase.

El módulo de ayuda para señalamiento 22 también se configura para implementar un segundo filtro adaptativo de las cantidades $X(t_n)$, $Y(t_n)$ con respecto a la posición angular asumida por la palanca de mando 15, con el fin de asignar un valor a las velocidades angulares $V_s(t_n) = (V_{sx}(t_n); V_{sy}(t_n))$ proporcional a la aceleración de desplazamiento manual aplicada a la palanca de mando 15 cuando el sistema de señalamiento 2 está en una condición operativa de seguimiento.

Con referencia al ejemplo mostrado en la Figura 3, el módulo de ayuda para señalamiento 22 comprende un filtro adaptivo 23 y se configura para modificar la función de transferencia del filtro adaptivo 23 sobre la base de la condición operativa de seguimiento o de colocación nuevamente en fase en curso en el sistema de señalamiento 2.

El filtro adaptivo 23 recibe el tiempo t_n y la posición $X(t_n)$ y $Y(t_n)$ de la palanca de mando 15 en la entrada y proporciona un comando de velocidad angular filtrada $V(t_n) = (V_x(t_n), V_y(t_n))$ en la salida.

El módulo de ayuda para señalamiento 22 también comprende un módulo compensador 24 que recibe el comando de velocidad angular filtrado $V(t_n) = (V_x(t_n), V_y(t_n))$ en la entrada y proporciona el comando de velocidad angular saturado $V_s(t_n)$ en la salida, para el suministro al controlador electrónico 21.

El filtro adaptivo 23 es un filtro digital configurado para modificar los coeficientes que caracterizan la función de transferencia de acuerdo con un primer o, alternativamente, un segundo filtro de configuración. En este caso, cuando el módulo de ayuda para señalamiento 22 detecta la condición operativa de colocar nuevamente en fase, el filtro adaptivo 23 asume una primera configuración de filtro en la que la función de transferencia del filtro es una función de orden de primer polo. En cambio, cuando el módulo de ayuda para señalamiento 22 detecta la condición operativa de seguimiento, el filtro adaptivo 23 asume una segunda configuración del filtro, en la que la función de transferencia de filtro es una función de segundo orden de dos polos.

En particular, con referencia al ejemplo mostrado en la Figura 3, el filtro adaptivo 23 asume la primera configuración de filtro esquematizada por el bloque 25 o, alternativamente, la segunda configuración de filtro esquematizada por el bloque 26.

A partir de lo descrito anteriormente, se debe especificar que el sistema de señalamiento 2 proporciona el control de dos cantidades $Ox(t_n)$ y $Oy(t_n)$ asociadas con la posición angular del eje de señalamiento óptico C a lo largo de los ejes Ox y Oy sobre la base de dos cantidades de control $X(t_n)$ y $Y(t_n)$ que indica la posición de la palanca de mando 15 a lo largo de los ejes X y Y al momento t_n .

En particular, en la primera configuración de filtro, el filtro adaptivo digital 23 asume la función (bloque 25):

$$a1) Vx(t_n) = (1 - \alpha x) \cdot V_{sx}(t_{n-1}) + \alpha x \cdot X(t_n)$$

$$a2) Vy(t_n) = (1 - \alpha y) \cdot V_{sy}(t_{n-1}) + \alpha y \cdot Y(t_n)$$

5 en donde $X(t_n)$ y $Y(t_n)$ corresponde a las posiciones de la palanca de control de la palanca de mando 15 a lo largo del eje X y el eje Y respectivamente en el momento de muestra t_n ; $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$ corresponde a las velocidades angulares filtradas, a saber aquellas proporcionadas en la salida del filtro adaptivo 23 en el tiempo de muestro t_n , y αx es el coeficiente de la función de transferencia de filtro de primer orden asociado con una cantidad $X(t_n)$ en la primera configuración, mientras que αy es un coeficiente del filtro de primer orden asociado con la cantidad $Y(t_n)$ en la primera configuración.

En la segunda configuración de filtro, el filtro adaptivo 23 calcula las velocidades angulares $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$ filtradas por medio de las siguientes funciones (bloque 26):

$$b1) Ox(t_n) = \alpha x \cdot X(t_n)$$

$$10 \quad b2) Oy(t_n) = \alpha y \cdot Y(t_n)$$

En donde $Ox(t_n)$ y $Oy(t_n)$ corresponde a los desplazamientos angulares del eje de señalamiento óptico C en el momento t_n ,

$$c1) Vfx(t_n) = Vfx(t_{n-1}) + (\beta x / T) \cdot X(t_n)$$

$$c2) Vfy(t_n) = Vfy(t_{n-1}) + (\beta y / T) \cdot Y(t_n)$$

15 en donde αy , βx , αx y βy son eficientes del filtro en la segunda configuración, T es el intervalo de muestreo de cantidad, y $Vfx(t_n)$ y $Vfy(t_n)$ corresponde a las velocidades angulares filtradas no saturadas en el tiempo (t_n),

$$d1) Oxp_{n+1/n} = Ox(t_n) + Vfx(t_n) \cdot T$$

$$d2) Oyp_{n+1/n} = Oy(t_n) + Vfy(t_n) \cdot T$$

en donde $Oxp_{n+1/n}$ y $Oyp_{n+1/n}$ corresponde a los desplazamientos angulares del eje C de señalamiento óptico, transversalmente y en elevación, al momento (t_{n+1}), pero estimado en el momento previo t_n , y

$$e1) Vx(t_n) = Oxp_{n+1/n} / T$$

$$20 \quad e2) Vy(t_n) = Oyp_{n+1/n} / T$$

Con respecto al módulo compensador 24, este se configura para comparar las velocidades de filtrado $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$ con un umbral de velocidad angular máximo predeterminado V_{MAX} .

25 En el caso en donde el valor absoluto de una de las dos velocidades angulares filtradas $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$ sea mayor que el umbral de velocidad angular máximo predeterminado V_{MAX} , el módulo compensador 24 determina una condición de saturación de velocidad y asigna el mismo valor absoluto de la velocidad angular máxima predeterminada V_{MAX} al módulo, al mismo tiempo mantiene el signo de cantidad no saturada.

30 En cambio, si el valor absoluto de las velocidades angulares filtradas $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$ es menor que o igual al umbral de velocidad angular máximo predeterminado V_{MAX} , el módulo compensador 24 determina una condición de "no saturación" para la velocidad y asigna las velocidades angulares correspondientes $Vx(t_n)$ y $Vy(t_n)$, obtenidas en la salida del filtro adaptivo 23, al comando de velocidad $V_{sx}(t_n)$, $V_{sy}(t_n)$.

Con referencia a la Figura 4, las operaciones implementadas por el módulo de ayuda para señalamiento 22 mientras que el operador apunta a un objetivo no se describirán en detalle.

Se asume que en la condición de colocar en fase nuevamente, el módulo de ayuda para señalamiento 22 asigna un primer valor lógico, igual a 0 por ejemplo, a una variable de estado de filtro indicada como "Estado de Filtro",

mientras en la condición de seguimiento, el módulo de ayuda para señalamiento 22 asigna un segundo valor lógico, igual a 1 por ejemplo, al Estado de Filtro.

5 También se asume que en un tiempo de muestra $t = t_n$, el filtro adaptivo 23 recibe como entrada la posición de la palanca de mando $X(t_n) = JoyX$, $Y(t_n) = JoyY$ impuesto por el operador y un comando de velocidad saturado $Vs(t_{n-1}) = (Vsx(t_{n-1}), Vsy(t_{n-1}))$ calculado por el módulo compensador 24 luego que se lleva a cabo el filtro en el tiempo t_{n-1} , antes del tiempo actual t_n .

10 Se debe especificar que el módulo de ayuda para señalamiento 22 puede preferiblemente, pero no necesariamente, llevar a cabo el procesamiento auxiliar en los comando de posicionamiento de la palanca de mando $X(t_n) = JoyX$, $Y(t_n) = JoyY$ para modificar la sensibilidad de la respuesta del sistema de señalamiento 2 al mover la palanca de control de la palanca de mando 15, sobre la base de la condición operativa actual.

Para este fin, el sistema de señalamiento puede preferiblemente, pero no necesariamente, prever que en una de las condiciones operativas, la condición operativa de seguimiento por ejemplo, las cantidades de posición generadas por la palanca de mando 15 se procesan de la siguiente forma (bloque 99):

$$X(t_n) = JoyX_{ris} = JoyX * K_{joyX}$$

$$Y(t_n) = JoyY_{ris} = JoyY * K_{joyY}$$

15 En donde K_{joyX} y K_{joyY} son constantes predeterminadas y pueden tomar eventualmente un valor constante igual, por ejemplo, a aproximadamente 0.05.

El módulo de ayuda para señalamiento 22 recibe como entrada la velocidad saturada $Vsx(t_{n-1})$, indicado en adelante como Ω_{p1X} , la velocidad saturada $Vsy(t_{n-1})$, indicado en adelante como Ω_{p1Y} , y la variable Estado de Filtro y determina si o no hay un cambio en las condiciones operativas en curso sobre la base de estos parámetros.

20 En particular, si la variable Estado de Filtro = 1 (salida 100a del bloque 100), el módulo de ayuda para señalamiento 22 revisa si el sistema está operando en la fase operativa de seguimiento en el tiempo de muestra previo t_{n-1} . En este caso, el módulo de ayuda para señalamiento 22 compara las velocidades Ω_{p1X} y Ω_{p1Y} relacionadas con las velocidades saturadas en la fase operativa de seguimiento anterior, con un primer umbral de velocidad predeterminado $SogliaAccVel$ (bloque 110).

25 Si los valores absolutos de ambas velocidades Ω_{p1X} y Ω_{p1Y} son menores que el primer umbral de velocidad predeterminado $SogliaAccVel$ (salida NO del bloque 110), el módulo de ayuda para señalamiento 22 confirma el estado de conservar la fase operativa de seguimiento. En este caso, el módulo de ayuda para señalamiento 22 mantiene la segunda configuración de filtro del filtro de dos polos (bloque 120) que existe en el tiempo anterior t_{n-1} sin cambio.

30 En cambio, si el valor absoluto de por lo menos una de las velocidades Ω_{p1X} o Ω_{p1Y} con respecto al seguimiento es mayor que el primer umbral de velocidad predeterminado $SogliaAccVel$ (salida SI del bloque 110), el módulo de ayuda para señalamiento 22 ordena el cambio de la condición operativa de seguimiento a la condición operativa de colocación nuevamente en fase.

35 En este último caso, el módulo de ayuda para señalamiento 22 cambia la variable de Estado de Filtro, configurándola a 0, fija la primera configuración para implementación en el filtro adaptivo (bloque 120) y lleva a cabo suavizamiento de los coeficientes del mismo filtro adaptivo (bloque 130). El suavizamiento del coeficiente proporciona modificación gradual de los coeficientes de filtro durante el paso del segundo filtro a la primera configuración de filtro, de tal manera que alcanzar el valor operativo para asignar a cada coeficiente alfa y beta en la primera configuración tiene lugar a través de una tendencia asintótica predeterminada con un aumento de tiempo dependiente de la banda asignada al filtro propiamente dicho.

40 En particular, el cambio de configuración (bloque 120) prevé que el módulo de ayuda para señalamiento 22 calcula los valores finales de los coeficientes α_x , α_y y β_x , β_y , respectivamente indicadas adelante como AlfaX , AlfaY , BetaX y BetaY , con el fin de asignar la primera configuración al filtro de la siguiente forma: $\text{AlfaX} = \text{AlfaVeloX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaVeloY}$ y $\text{BetaX} = 0$, $\text{BetaY} = 0$, en donde AlfaVeloX y AlfaVeloY tienen valores predeterminados que se describirán en detalle adelante.

45 En cambio, la fase de suavizamiento llevada a cabo por el módulo de ayuda para señalamiento 22 (bloque 130) prevé que el cambio de configuración de los dos filtros de polo asociados con la condición de seguimiento y que tienen los coeficientes $\text{AlfaX} = \text{AlfaAcceX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaAcceY}$ y $\text{BetaX} = \text{BetaAcceX}$, $\text{BetaY} = \text{BetaAcceY}$, al filtro de un

- polo asociado con la condición estar nuevamente en fase y que tienen los coeficientes $\text{AlfaX}=\text{AlfaVeloX}$, $\text{AlfaY}=\text{AlfaVeloY}$ y $\text{BetaX}=0$, $\text{BetaY}=0$, tiene lugar con el fin de modificar gradualmente la banda de filtro.
- 5 En particular, en la fase de suavizamiento, el módulo de ayuda para señalamiento 22 prevé modificar los coeficientes $\text{AlfaX}=\text{AlfaAcceX}$, $\text{AlfaY}=\text{AlfaAcceY}$ de tal manera que alcancen ellos asintóticamente los coeficientes $\text{AlfaX}=\text{AlfaVeloX}$, $\text{AlfaY}=\text{AlfaVeloY}$ y, al mismo tiempo, modifique los coeficientes $\text{BetaX}=\text{BetaAcceX}$, $\text{BetaY}=\text{BetaAcceY}$ de tal manera que ellos alcancen asintóticamente el valor nulo.
- 10 Al final de la fase de suavizamiento, la terminación de la primera configuración del filtro adaptivo 23 ha tenido lugar y el módulo de ayuda para señalamiento 22 lleva a cabo el filtro sobre la posición de la palanca de mando $X(t_n) = \text{JoyX}$, $Y(t_n) = \text{JoyY}$ controlada por el operador y el comando de velocidad Omega_p1X , Omega_p1Y , y genera los comandos de velocidad $Vx(t_n)$, $Vy(t_n)$ en la salida, respectivamente indicado en adelante como OmegaX y OmegaY .
- 15 Si la variable de Estado de Filtro = 0 en la fase inicial (salida 100b del bloque 100), entonces el módulo compensador 24 determina que el sistema de señalamiento está en la condición operativa de colocación nuevamente en fase en el momento anterior t_{n-1} .
- 20 En este punto, el módulo de ayuda para señalamiento 22 compara el valor absoluto de las velocidades Omega_p1X , Omega_p1Y asociadas con la fase operativa de colocación nuevamente en fase con un segundo umbral de velocidad predeterminado SogliaVelAcc (bloque 160).
- De lo descrito anteriormente, se debe especificar que el primer umbral de velocidad predeterminado SogliaAccVel y el segundo umbral de velocidad predeterminado SogliaVelAcc tienen diferentes valores para garantizar la histéresis en comparación con los parámetros con el fin de cancelar convenientemente posibles condiciones de inestabilidad en el módulo de ayuda para señalamiento.
- 25 Si el valor absoluto de por lo menos una de las velocidades Omega_p1X , Omega_p1Y es mayor que el segundo umbral de velocidad predeterminado SogliaVelAcc (salida NO del bloque 160), el módulo de ayuda para señalamiento 22 decide mantener la fase operativa de colocación nuevamente en fase anterior y mantener la primera configuración del filtro de un polo presente en el momento anterior t_{n-1} (bloque 120) sustancialmente sin cambio.
- 30 En lugar de esto, si los valores absolutos de las velocidades Omega_p1X y Omega_p1Y con respecto al seguimiento son menores que el segundo umbral de velocidad predeterminado SogliaVelAcc (salida SI del bloque 160), el módulo de ayuda para señalamiento 22 opera el cambio desde la fase operativa en colocación nuevamente en fase a la fase operativa de seguimiento.
- 35 En este último caso, el módulo de ayuda para señalamiento 22 modifica la variable Estado de Filtro = 1, fija la segunda configuración para implementación en el filtro adaptivo 23 (bloque 170) y lleva a cabo suavizamiento en los coeficientes del mismo filtro adaptivo (bloque 180), que proporciona modificación gradual de los coeficientes del filtro durante el paso de la primera a la segunda configuración de filtro, de tal manera que alcanza el valor operativo de cada coeficiente de la segunda configuración que tiene lugar en una forma asintótica con un aumento dependiente del tiempo en la banda asignada al filtro.
- 40 En particular, el cambio de configuración (bloque 170) prevé que el módulo de ayuda para señalamiento 22 calcula los valores finales de los coeficientes AlfaX , AlfaY y BetaX , BetaY para asignar al filtro en la primera configuración de la siguiente forma: $\text{AlfaX} = \text{AlfaAcceX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaAcceY}$ y $\text{BetaX} = \text{BetaAcceX}$, $\text{BetaY} = \text{BetaAcceY}$, en donde AlfaAcceX , AlfaAcceY , BetaAcceX y BetaAcceY son valores predeterminados.
- 45 En cambio, la fase de suavizamiento llevada a cabo por el módulo de ayuda para señalamiento 22 (bloque 180) prevé que el cambio de la configuración del filtro de un polo asociado con la condición de volver a colocar en fase y que tiene los coeficientes $\text{AlfaX} = \text{AlfaVeloX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaVeloY}$ y $\text{BetaX} = 0$, $\text{BetaY} = 0$, para el filtro de dos polos asociado con la condición de seguimiento y que tiene los coeficientes $\text{AlfaX} = \text{AlfaAcceX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaAcceY}$ y $\text{BetaX} = \text{BetaAcceX}$, $\text{BetaY} = \text{BetaAcceY}$, tiene lugar con el fin de modificar gradualmente la banda de filtro.
- 50 En particular, en la fase de suavizamiento, el módulo de ayuda para señalamiento 22 modifica los coeficientes $\text{AlfaX} = \text{AlfaVeloX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaVeloY}$ de tal manera que alcanzan asintóticamente los coeficientes $\text{AlfaX} = \text{AlfaAcceX}$, $\text{AlfaY} = \text{AlfaAcceY}$ y, al mismo tiempo, modifica los coeficientes $\text{BetaX} = 0$, $\text{BetaY} = 0$ de tal manera que alcanzan asintóticamente los valores predeterminados $\text{BetaX} = \text{BetaAcceX}$, $\text{BetaY} = \text{BetaAcceY}$.
- Al final de la fase de suavizamiento, ha tenido lugar la terminación de la segunda configuración del filtro adaptivo 23: en esta fase, el módulo de ayuda para señalamiento 22 lleva a cabo el filtro sobre la posición de la palanca de mando $X(t_n) = \text{JoyX}$, $Y(t_n) = \text{JoyY}$ seleccionada por el operador y las velocidades Omega_p1X y Omega_p1Y , y genera los comandos de velocidad OmegaX y OmegaY en la salida (bloque 190).

- 5 A partir de lo descrito anteriormente, es por lo tanto evidente que si la condición operativa actual corresponde a la condición operativa de colocación nuevamente en fase, el módulo de ayuda para señalamiento 22 proporciona al módulo compensador 24 las velocidades OmegaX y OmegaY generadas por el filtro adaptivo 2e utilizando la primera configuración (bloque 140), mientras que en su defecto, a saber si la condición operativa actual corresponde a la condición operativa de seguimiento, el módulo de ayuda para señalamiento 22 proporciona el módulo compensador 24 con el comando de velocidad OmegaX y OmegaY generado por el filtro adaptivo 23 utilizando la segunda configuración.
- 10 Las velocidades OmegaX y OmegaY entonces se suministran en la entrada al módulo compensador 23, que compara estas mismas velocidades OmegaX y OmegaY con el umbral de velocidad angular máximo predeterminado V_{MAX} .
- El módulo compensador 23 luego genera la velocidad saturada $V_{sx}(t_n)$ $V_{sy}(t_n)$ sobre la base la comparación indicada anteriormente y la suministra al controlador electrónico 16.
- 15 En este punto, el controlador electrónico 16 genera el comando de precesión ω_P , mientras que el módulo de ajuste 16 pilotea el dispositivo móvil 11 para provocar desplazamiento del espejo de la unidad de reflexión óptica 9 como una función del ángulo δ_{Px} y el ángulo δ_{Py} .
- Con referencia a la Figura 5, las relaciones de operaciones y/o cálculo implementadas por el módulo de ayuda para señalamiento 22 en el curso de controlar el filtro descrito anteriormente se describirán ahora en más detalle. Debe especificar que el filtro adaptivo 23 se puede definir mediante un algoritmo de cálculo implementado mediante un microprocesador DSP y que comprende una serie de operaciones descritas en detalle en lo siguiente.
- 20 Para este fin, primero que todo es necesario definir las variables implicadas en el algoritmo de cálculo.
- En particular, el algoritmo de cálculo suministra el procesamiento de una serie de primeras variables, que se asocian con la transición del sistema de señalamiento desde la condición operativa de colocación nuevamente en fase a la condición operativa de seguimiento y vice versa.
- 25 En cambio las segundas variables se asocian con cantidades que se relacionan con el desplazamiento transversal del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje Ox en respuesta a un desplazamiento manual de la palanca de control de la palanca de mando 15 a lo largo del eje X.
- En su lugar las terceras variables asociadas con cantidades que se relacionan con el desplazamiento en elevación del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje OY en respuesta a un desplazamiento manual de la palanca de control de la palanca de mando a lo largo del eje Y.
- 30 Más en detalle, las primeras variables incluyen una variable AlfaVelAcc asociada con el coeficiente alfa temporal del filtro que se puede utilizar en la fase de suavizamiento descrita anteriormente en el caso de transición desde la condición de colocación nuevamente en fase hasta la condición de seguimiento. En el ejemplo mostrado, el algoritmo asigna un valor constante de aproximadamente 0.12 a la variable AlfaVelAcc. Se debe especificar que configurar el filtro adaptivo 23 con la variable AlfaVelAcc da conveniente un tiempo de correlación Tc para el filtro adaptivo 23 de aproximadamente 1 segundo.
- 35 Las primeras variables también incluyen un coeficiente AlfaAccVel asociado con el coeficiente alfa temporal del filtro adaptivo 23 que se puede utilizar en la fase de suavizamiento descrita anteriormente en el caso de transición desde la condición de seguimiento hasta la condición de colocación nuevamente en fase.
- 40 En el ejemplo mostrado, el algoritmo asigna un valor constante de aproximadamente 0.2 a la variable AlfaAccVel. Se debe especificar que configurar el filtro adaptivo 23 con la variable AlfaAccVel=0.2 da convenientemente un tiempo de correlación Tc para el filtro digital adaptativo 24 de aproximadamente 0.55 segundos.
- Las primeras variables también incluyen el umbral de velocidad predeterminado SogliaVelAcc que, como se estableció previamente, se asocia con la transición desde la condición de colocación nuevamente en fase hasta la condición de seguimiento. En el ejemplo mostrado, el algoritmo de cálculo asigna un valor de aproximadamente 10 mrad/seg (0.573 grad/seg) a la variable SogliaVelAcc.
- 45 Las primeras variables también incluyen el umbral de velocidad predeterminado SogliaAccVel que, como se estableció previamente se asocia con la transformación desde la condición de seguimiento hasta la condición de colocación nuevamente en fase. En el ejemplo mostrado, el algoritmo de cálculo asigna un valor de aproximadamente 14 mrad/seg (0.8 grad/seg) a la variable SogliaAccVel.
- 50 De lo descrito anteriormente, se debe especificar que los valores asignados a las variables AlfaVelAcc y AlfaAccVel se calculan para manejar gradualmente el suavizamiento durante el cambio de configuración del filtro adaptivo 23.

Con respecto a las segundas variables, estas incluyen la variable AlfaVeloX, que contiene el valor para asignarlo al parámetro alfa del filtro adaptivo 23 en condiciones de terminación de la primera configuración asociada con la fase operativa de colocación nuevamente en fase.

5 En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el algoritmo de cálculo asigna la variable AlfaVeloX con el valor unitario AlfaVeloX=1 que, cuando opera regularmente, corresponde a una condición no filtrada para la señal que llega de la palanca de mando. Se debe especificar que en esta configuración particular, se delega el filtrado al interaseguramiento que controla el movimiento del espejo óptico. Por lo tanto, el tiempo de correlación cuando se opera regularmente en la fase de colocación nuevamente en fase es igual a 0, es decir la condición $T_c = 0$ segundos es aplicable.

10 Con respecto al filtro adaptivo en la fase de seguimiento 23, esto corresponde a un filtro de tipo alfa-beta, en el que se identifican los coeficientes mediante las segundas variables AlfaAccX y BetaAccX. En este ejemplo mostrado, el algoritmo de cálculo asigna el valor 0.1 a la variable AlfaAccX y BetaAccX = 0.0005, lo que resulta en un tiempo de correlación $T_c=0.8$ segundos en el filtro alfa-beta.

15 Con respecto a las terceras variables, estas incluyen AlfaVeloY, que indica el valor a asignar al parámetro alfa del filtro adaptivo 23 en condiciones de terminación de la primera configuración asociada con la fase operativa de colocación nuevamente en fase. En este ejemplo mostrado, el algoritmo de cálculo asigna un valor de 1 a la variable AlfaVeloY.

20 Con respecto al filtro adaptivo en la fase de seguimiento 23, este corresponde a un filtro tipo alfa-beta, en el que se identifican los coeficientes mediante las terceras variables AlfaAccY y BetaAccY. En el ejemplo mostrado, el algoritmo de cálculo asigna el valor 0.1 a la variable AlfaAccY y BetaAccY = 0.0005, lo que resulta en un tiempo de correlación $T_c=0.8$ segundos en el filtro alfa-beta.

25 Durante el filtrado, el módulo de ayuda para señalamiento 22 también proporciona para procesamiento las siguientes variables: JoyX y JoyY que (como se describió anteriormente) se asocian con la posición de la palanca de control de la palanca de mando 15 a lo largo de los ejes X y Y respectivamente, OmegaX y OmegaY que (como se describió anteriormente) corresponden a las velocidades transversales filtradas a lo largo del eje X y en elevación a lo largo del eje Y, y la variable Estado de Filtro a la que se asigna el valor 0 en la condición de ocupación nuevamente en fase y uno en la condición de seguimiento.

30 Luego de alcanzar una condición de operación de colocación nuevamente en fase regular, el algoritmo de cálculo configura los coeficientes AlfaX, AlfaY, BetaX y BetaY del filtro adaptivo 23 en la siguiente forma: AlfaX=AlfaVeloX, BetaX= 0, AlfaY=AlfaVeloY, BetaY=0.

El algoritmo de cálculo también configura las siguientes variables asociadas con los coeficientes del filtro adaptivo 23 en el momento t_{n-1} : AlfaFil_p1X=AlfaVeloX, BetaFil_p1X=0, AlfaFil_p1Y=AlfaVeloY, BetaFil_p1Y=0.

35 El algoritmo de cálculo también configura las siguientes variables asociadas con las velocidades: OmegaX_p1=0 que corresponde a la velocidad angular saturada establecida para controlador electrónico 12 durante el desplazamiento del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje Ox en el momento t_{n-1} que precede el tiempo actual t_n y OmegaXfil_p1=0 que corresponde a la velocidad angular estimada por el filtro adaptivo 23 en el momento t_{n-1} que precede al tiempo actual t_n , OmegaY_p1=0 que corresponde a la velocidad angular saturada establecida para el controlador electrónico 21 durante el desplazamiento del eje de señalamiento óptico C a lo largo del eje OY en el momento t_{n-1} que precede al tiempo actual t_n y OmegaYfil_p1=0 que corresponde a la velocidad angular estimada por el filtro adaptivo 23 en la segunda configuración, calculada en el momento t_{n-1} que precede al tiempo actual t_n .

40 Con referencia a la Figura 5, el módulo de ayuda para señalamiento 22 implementa una primera operación de cálculo (bloque 300) en los comandos de posición a escala de la palanca de control de la palanca de mando utilizada en la condición de seguimiento:

$$JoyXris=JoyX*KjoyX$$

$$JoyYris=JoyY*KjoyY$$

45 En este punto, el módulo de ayuda para señalamiento 22 selecciona la fase operativa en curso.

Si se encuentra que (bloque 310): el estado de Estado de Filtro =1 (salida SI del bloque 310) (que corresponde a la condición de seguimiento), entonces si se puede aplicar una de las siguientes condiciones (salida SI del bloque 320): $|\Omega_{p1X}| > SogliaAccVel$ o $|\Omega_{p1Y}| > SogliaAccVel$, entonces (salida SI del bloque 320) asigna

Estado de Filtro = 0 y solicita cambio a la condición de colocación nuevamente en fase; en este caso, se hacen las siguientes asignaciones: AlfaX=AlfaVeloX, BetaX=0, AlfaY=AlfaVeloY, BetaY=0 (bloque 360). En cambio, si se encuentran las siguientes condiciones: $|\Omega_{p1X}| < \text{SogliaVelAcc}$ y $|\Omega_{p1Y}| < \text{SogliaVelAcc}$ (salida SI del bloque 360): entonces se asigna Estado de Filtro =1 (es decir se hace seguimiento a la nueva fase) y se hacen las siguientes asignaciones: AlfaX=AlfaAcceX, BetaX=BetaAcceX, AlfaY=AlfaAcceY, BetaY=BetaAcceY (bloque 330).

5 En este punto, la configuración operativa del filtro adaptivo 23 se completa y se inicia la operación de suavizamiento, que modifica gradualmente la configuración del filtro adaptivo 23 con el fin de alcanzar la configuración operativa suministrada en la fase anterior.

10 En particular, las operaciones implementadas por el módulo de ayuda para señalamiento 22 durante el suavizamiento son como sigue: Si Estado de Filtro =1, es decir si el paso de la condición de seguimiento a la condición de colocación nuevamente en fase tiene lugar (bloque 370), entonces es preferible implementar las siguientes relaciones (bloque 380):

$$\text{AlfaFilX} = (1 - \text{AlfaAccVel}) * \text{AlfaFilX}_{p1} + \text{AlfaAccVel} * \text{AlfaX}$$

$$\text{BetaFilX} = (1 - \text{AlfaAccVel}) * \text{BetaFilX}_{p1} + \text{AlfaAccVel} * \text{BetaX}$$

$$\text{AlfaFilY} = (1 - \text{AlfaAccVel}) * \text{AlfaFilY}_{p1} + \text{AlfaAccVel} * \text{AlfaY}$$

$$\text{BetaFilY} = (1 - \text{AlfaAccVel}) * \text{BetaFilY}_{p1} + \text{AlfaAccVel} * \text{BetaY}$$

15 De otra forma, si la condición Estado de Filtro =0 implementada aumenta (bloque 360), se implementan las siguientes relaciones:

$$\text{AlfaFilX} = (1 - \text{AlfaVelAcc}) * \text{AlfaFilX}_{p1} + \text{AlfaVelAcc} * \text{AlfaX}$$

$$\text{BetaFilX} = (1 - \text{AlfaVelAcc}) * \text{BetaFilX}_{p1} + \text{AlfaVelAcc} * \text{BetaX}$$

$$\text{AlfaFilY} = (1 - \text{AlfaVelAcc}) * \text{AlfaFilY}_{p1} + \text{AlfaVelAcc} * \text{AlfaY}$$

$$\text{BetaFilY} = (1 - \text{AlfaVelAcc}) * \text{BetaFilY}_{p1} + \text{AlfaVelAcc} * \text{BetaY} \quad (\text{bloque } 340).$$

Una vez termina el suavizamiento, el módulo de ayuda para señalamiento 22 lleva a cabo filtrado en las posiciones.

En detalle, si el Estado de Filtro =1, se identifica la condición de seguimiento, y entonces (bloque 350):

$$\Omega_{p1X} = (1 - \text{AlfaFilX}) * \Omega_{p1X} + \text{AlfaFilX} * \text{JoyX}$$

$$\Omega_{p1Y} = (1 - \text{AlfaFilY}) * \Omega_{p1Y} + \text{AlfaFilY} * \text{JoyY}$$

$$\Omega_{\text{Fil}_{p1X}} = 0$$

20 $\Omega_{\text{Fil}_{p1Y}} = 0$

En cambio, si el Estado de Filtro =0, entonces:

$OtticaFilX = AlfaFilX * JoyXris$

$OtticaFilY = AlfaFilY * JoyYris$

$OmegaFilX = Omega Fil_plX + (BetaFilX / TCAMP) * JoyXris$

$OmegaFilY = Omega Fil_plY + (BetaFilY / TCAMP) * JoyYris$

$OtticaPreX = OtticaFilX + OmegaFilX * TCAMP$

$OtticaPreY = OtticaFilY + OmegaFilY * TCAMP$

$OmegaX = OmegaPreX / TCAMP$

$OmegaY = OmegaPreY / TCAMP$

$Omega Fil_plX = OmegaFilX$

$Omega Fil_plY = OmegaFilY$ **(bloque 390)**

5 En este punto, el módulo compensador 24 satura el comando de velocidad OmegaX y OmegaY mientras que el módulo de ayuda para señalamiento 22 controla el ahorro de los siguientes parámetros, que se utilizarán en la siguiente etapa t_{n+1} :

$AlfaFilX_pl = AlfafilX$

$BetaFilX_pl = BetafilX$

$AlfaFilY_pl = AlfafilY$

$BetaFilY_pl = BetafilY$

$Omega_plY = OmegaX$ **(valores saturados)**

$Omega_plY = OmegaY$ **(bloque 390).**

El sistema de señalamiento descrito anteriormente es extremadamente ventajoso ya que es capaz de modificar con el tiempo la banda de filtro como una función del movimiento de la palanca de mando producida por el operador.

10 En particular, cuando las correcciones solicitadas por el operador señalizador son sustanciales, se modifica el filtro para producir movimientos de puntero más rápidos. Posteriormente, cuando el operador ha posicionado el puntero sobre el objetivo y tiende a hacer correcciones pequeñas, el algoritmo de cálculo modifica gradualmente los coeficientes que determinan la banda con el fin de estimar la velocidad del objetivo con buena precisión. En esta condición, el filtro adaptivo interpreta los comandos de la palanca de mando como comandos de aceleración y en el caso de que el objetivo se mueva a una velocidad constante, el comando del operador tenderá a anularse.

15 En otros términos, en condiciones de velocidad angular constante, el comando de velocidad se tiende a anular, ya que el sistema de señalamiento ha identificado la velocidad del objetivo. En este caso, se crea una condición de seguimiento ideal en el que la sensibilidad a las perturbaciones transmitidas por la palanca de mando por la agitación del vehículo son sustancialmente nulas.

Finalmente es evidente que se puedan hacer modificaciones y variaciones al sistema de señalización descrito anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de señalamiento de objetivo (2) que se puede instalar a un vehículo terrestre (1), dicho sistema comprende:
- 5 - medios de señalamiento ópticos (8) configurados con el fin de adquirir imágenes del exterior de dicho vehículo terrestre (1) y que tiene un eje de señalamiento óptico de objetivo móvil (C);
- medios móviles (11) capaces de mover dichos medios de señalamiento ópticos (8) con el fin de modificar la posición espacial de dicho eje de señalamiento óptico objetivo (C);
- 10 - medios de visualización (14), que son capaces de visualizar imágenes adquiridas por dichos medios de señalamiento ópticos (8) y un puntero (30) asociado con la posición tomada por dicho eje de señalamiento óptico objetivo (C);
- Medios de comando de operación manual (15), que son capaces de generar un comando de desplazamiento $(X(t_n), Y(t_n))$, asociados con el desplazamiento que se va a dar a dicho eje de señalamiento óptico objetivo (C), en respuesta a una acción de desplazamiento manual ejercida por un usuario por medio de dichos medios de comando de operación manual (15) ;
- 15 - Un sistema de control automático (12) de la posición de dichos medios de señalamiento ópticos (8), que se configura con el fin de recibir como una entrada una cantidad de control relacionada con dicho comando de desplazamiento $(X(t_n), Y(t_n))$ y es capaz de determinar como una función de la cantidad de control la posición de dichos medios de señalamiento ópticos (8) que van a ser comandados para pasar a través de dichos medios móviles (11);
- 20 dicho sistema de señalamiento de objetivo (2) se caracteriza porque dicho sistema de control automático (12) comprende medios electrónicos de ayuda de señalización (22), que son capaces de recibir dicho comando de desplazamiento $(X(t_n), Y(t_n))$, y se configuran con el fin de realizar:
- 25 - Una primer filtración adaptación de dicho comando de desplazamiento $(X(t_n), Y(t_n))$ con el fin de asignar a dicha cantidad de control un valor proporcional a la velocidad de desplazamiento manual dada a los medios de comando de operación manual (15), cuando dicho sistema de señalamiento (2) está en una condición de colocación nuevamente en fase;
- 30 - Una segunda filtración adaptativa de dicho comando de desplazamiento $(X(t_n), Y(t_n))$ con el fin de asignar a dicha cantidad de control un valor proporcional a la aceleración del desplazamiento manual de usuario cuando dicho sistema de señalamiento de objetivo (2) está en una condición de seguimiento.
- 35 2. El sistema de señalamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos medios electrónicos de ayuda para señalamiento (22) se proporcionan con un filtro adaptativo (23) y se configuran con el fin de modificar la función de transferencia de dicho filtro adaptativo (23) como una función de la condición operativa de colocación nuevamente en fase/seguimiento de dicho sistema de señalamiento de objetivo (2).
- 40 3. El sistema de señalamiento de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dichos medios electrónicos de ayuda para señalamiento (22) se configuran con el fin de realizar dicho primer filtro adaptativo, cuando dicho sistema de señalización (2) está en la condición operativa de colocación nuevamente en fase, que conduce a dicho filtro adaptativo (23) para que tenga una primera función de transferencia de primer orden de un polo, o alternativamente dicho segundo filtro adaptativo cuando el sistema está en una condición operativa de seguimiento que conduce a dicho filtro adaptativo (23) a tener una segunda función de transferencia de segundo orden de dos polos.
- 45 4. El sistema de señalamiento de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dichos medios electrónicos de ayuda para señalamiento (22) comprenden un módulo de ayuda para señalamiento (22), que se configura con el fin de determinar una transición del sistema de señalamiento (2) desde la condición operativa de colocación nuevamente en fase a la condición operativa de seguimiento y vice versa; en el curso de cada transición del sistema de señalamiento (2), dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) modifica los coeficientes de dicho filtro adaptativo (23) de tal manera que el mismo alcanza los valores suministrados por dicha primera o segunda función de transferencia, de acuerdo con una función temporal continua predeterminada.
- 50 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicha cantidad de control corresponde a una velocidad de control; dicho comando de desplazamiento comprende posiciones manuales asociadas con el desplazamiento manual dado a través de dichos medios de comando manual (15).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende un módulo compensador (24), que es capaz de recibir dicha velocidad de control de desplazamiento desde dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) y proporciona como una salida a una velocidad de control saturada; dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) es capaz de determinar dicha transición desde la condición operativa de colocación nuevamente en fase hasta la condición operativa de seguimiento y vice versa, como una función de dicha velocidad de control saturada.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) detecta una transición de dicho sistema de señalamiento (2) desde la condición operativa de colocación nuevamente en fase hasta la condición operativa de seguimiento cuando ocurre la siguiente condición: el sistema de señalamiento (2) corresponde a la condición operativa de colocación nuevamente en fase y la velocidad de control saturada, obtenida en el curso de la última filtración realizada por dicho filtro adaptivo (23) que resulta que es menor que un primer umbral de velocidad.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) detecta una transición desde la condición operativa de seguimiento hasta la condición operativa de colocación nuevamente en fase cuando ocurre la siguiente condición: la condición operativa realizada de dicho sistema de señalamiento (2) corresponde a la condición operativa de seguimiento y la velocidad de control saturada donde la última filtración realizada por dicho filtro adaptivo (23) es mayor que un segundo umbral de velocidad.

9. El sistema de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en donde cuando dicho módulo de ayuda para señalamiento (22) detecta una transición del sistema de señalamiento (2) desde la condición operativa de seguimiento hasta la condición operativa de colocación nuevamente en fase, dado que dicho filtro adaptivo (23) se configure implementando las siguientes ecuaciones:

$$a1) \quad Vx(t_n) = (1 - \alpha x) \cdot Vsx(t_{n-1}) + \alpha x \cdot X(t_n)$$

$$a2) \quad Vy(t_n) = (1 - \alpha y) \cdot Vsy(t_{n-1}) + \alpha y \cdot Y(t_n)$$

en donde $X(t_n)$ e $Y(t_n)$ corresponde a los comandos de desplazamiento asociados con las posiciones correspondientes dadas a dichos medios de comando de operación manual (15) a lo largo de un eje X y respectivamente un eje Y en un momento de muestra t_n ; $Vx(t_n)$ $Vy(t_n)$ corresponde a las velocidades angulares suministradas como una salida por dicho filtro adaptivo (23) en el momento de muestra t_n ; y αx es el coeficiente de la función de transferencia del filtro adaptivo (23) asociado con la cantidad $X(t_n)$ en la primera configuración; mientras que αy es un coeficiente de dicho filtro adaptivo de primer orden (23) asociado con la cantidad $Y(t_n)$ en la primera configuración.

10. El sistema de acuerdo con las reivindicaciones 7, 8 o 9, en donde cuando el módulo de ayuda para señalamiento (22) detecta una transición del sistema de señalamiento (2) desde la condición operativa de seguimiento hasta la condición operativa de colocación nuevamente en fase, el módulo de ayuda para señalamiento (22) dado que dicho filtro adaptivo (23) se configura implementando las siguientes ecuaciones:

$$b1) \quad Ox(t_n) = \alpha x \cdot X(t_n) ;$$

$$b2) \quad Oy(t_n) = \alpha y \cdot Y(t_n)$$

en donde $Ox(t_n)$ y $Oy(t_n)$ corresponden a los desplazamientos dados a dichos medios de señalamiento ópticos (8) en el momento t_n ;

$$c1) \quad Vfx(t_n) = Vfx(t_{n-1}) + (\beta x / T) \cdot X(t_n) ;$$

$$c2) \quad Vfy(t_n) = Vfy(t_{n-1}) + (\beta y / T) \cdot Y(t_n)$$

en donde αy , βx y αx , βy son los coeficientes de dicho filtro adaptivo (23) en dicha segunda función de transferencia; T es el intervalo de muestra del comando de desplazamiento; $Vfx(t_n)$ $Vfy(t_n)$ corresponden a velocidades angulares no saturadas filtradas por dicho filtro adaptivo (23) en el momento (t_n).

$$d1) \quad Ox_{p_{n+1}/n} = Ox(t_n) + Vfx(t_n) \cdot T ;$$

$$d2) \quad Oy_{p_{n+1}/n} = Oy(t_n) + Vfy(t_n) \cdot T$$

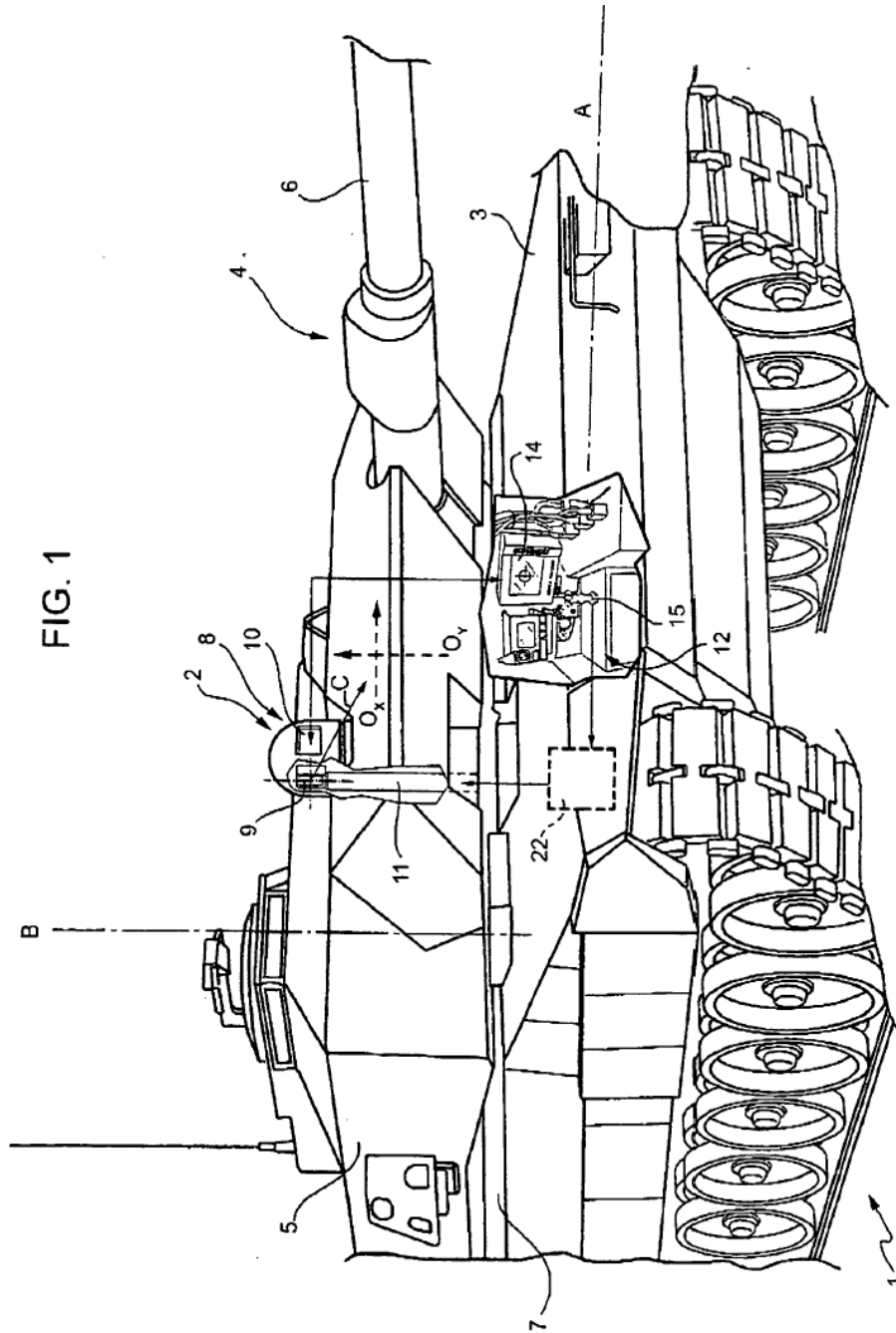
en donde $Ox_{p_{n+1}/n}$ $Oy_{p_{n+1}/n}$ corresponden a los desplazamientos transversal y en elevación de dichos medios de señalamiento ópticos (8) en el momento (t_{n+1}) aunque evaluados en el tiempo anterior t_n ;

$$e1) \quad Vx(t_n) = Ox_{p_{n+1}/n} / T$$

$$e2) \quad Vy(t_n) = Oy_{p_{n+1}/n} / T$$

5

11. Un tanque (1) que comprende un sistema de señalamiento de objetivo (2) hecho de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.



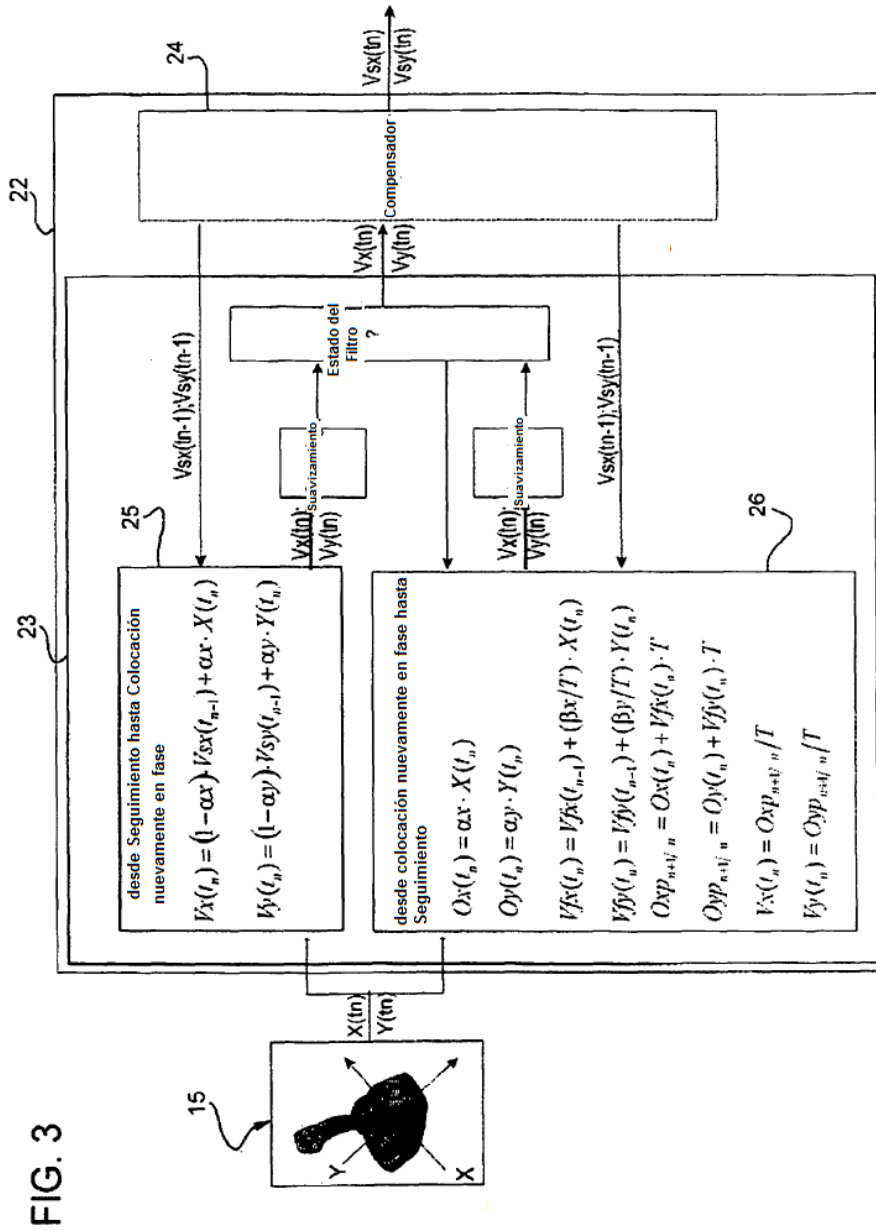


FIG. 4

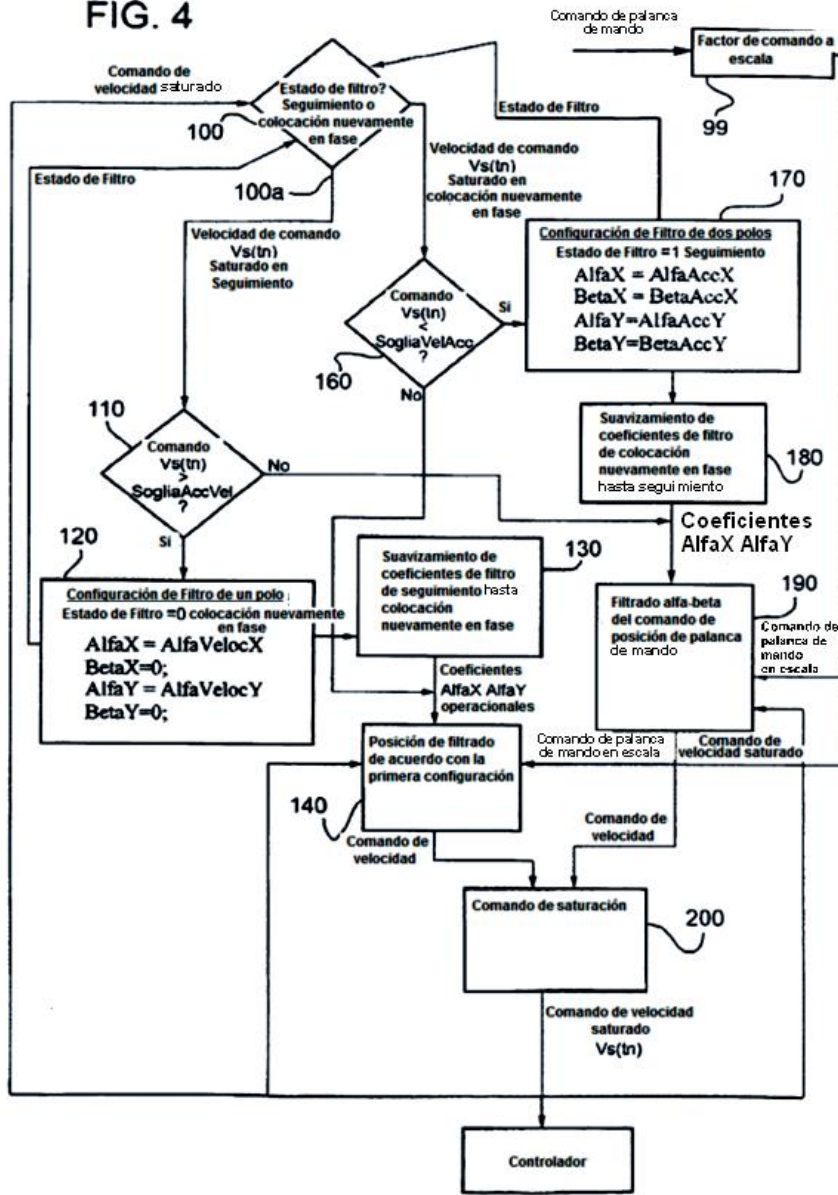


FIG. 5

