

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 195**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/112** (2013.01)

**G01S 17/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2014 PCT/DE2014/000397**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15024546**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2014 E 14771762 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3036845**

54 Título: **Sistema activo para la detección de un objeto objetivo**

30 Prioridad:

**22.08.2013 DE 102013014045**

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

**24.05.2018**

73 Titular/es:

**MBDA DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)**

**Hagenauer Forst 27**

**86529 Schrobenhausen, DE**

72 Inventor/es:

**GEIDEK, FRANK;**

**BRÄNDLE, MARKUS;**

**FALL, MICHAEL y**

**ZOZ, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 669 195 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 activo para la detección de un objeto objetivo

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un sistema activo, que se puede usar en particular para la detección y seguimiento de objetos objetivo.

**[0002]** Para poder actuar sobre un objeto objetivo es necesario poder detectar y seguir el objeto objetivo de forma precisa. Para ello en el estado de la técnica se conocen, por ejemplo, sistemas de detección de objetivos ópticos, 10 que se orientan hacia el objetivo a través de sistemas de posicionamiento mecatrónicos de alta precisión y se mantienen sobre éste. Solo luego se puede actuar sobre el objetivo. Si la exactitud direccional que se debe obtener para combatir un objetivo es de pocos microrradiares, p. ej. en la orientación de un rayo láser sobre el objetivo, entonces en el caso de objetos que se mueven de forma rápida o en el caso de objetos que pueden modificar su trayectoria de vuelo muy rápidamente, con frecuencia aparece el problema de que no se puede obtener la exactitud 15 requerida con un único sistema de posicionamiento o solo se puede implementar con un coste considerable. Esto es válido en particular luego cuando con el sistema de posicionamiento se debe cubrir adicionalmente un rango de ángulos lo mayor posible. Por la literatura se conocen distintos ejemplos, en los que se consigue la exactitud a obtener por el sistema global a través de planos de sistemas de posicionamiento en cascada con exactitud creciente (DE 4122623 A1, US7171126 B2).

20 **[0003]** El documento GB2252398 A describe un dispositivo para orientar un primer punto hacia un objetivo móvil para el marcado del target con la energía de un rayo láser. El documento US020050069325 A1 describe un cabezal óptico para un sistema de comunicación óptico. El documento US020020080455 A1 describe una transmisión de datos ópticos edificio a edificio a través del aire. El requerimiento durante el funcionamiento de este sistema global 25 en cascada consiste en combinar las informaciones de sensores presentes en el sistema de modo que el objetivo siempre se pueda seguir con la mayor exactitud.

**[0004]** Por ello el objetivo de la invención es especificar un sistema activo que posibilite una detección y/o seguimiento seguros y fiables de un objeto objetivo con una estructura sencilla y económica y con un funcionamiento 30 con bajo mantenimiento.

**[0005]** El objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación principal. Por ello el objetivo se consigue mediante un sistema activo que, junto a un dispositivo de transmisión / detección para la actuación contra un objeto objetivo, comprende un primer sistema de regulación, un segundo sistema de regulación y un tercer sistema 35 de regulación, así como preferiblemente dos planos sensores para la detección del movimiento del objetivo. El primer sistema de regulación, así como el dispositivo de transmisión / detección se pueden usar en particular en una realización múltiple en el sistema activo. El dispositivo de transmisión / detección comprende un dispositivo de detección para detectar el objeto objetivo. Además, el dispositivo de transmisión / detección está configurado preferiblemente para establecer una trayectoria de rayo hacia el objeto objetivo. Esto puede ser implementado, por 40 ejemplo, mediante radiación óptica, radiación acústica o mediante radiación electromagnética. La trayectoria de rayo se extiende por consiguiente del dispositivo de transmisión / detección hacia el objeto objetivo y por ello siempre se debe adaptar a los movimientos del objeto objetivo. Para ello está presente un primer sistema de posicionamiento, que se excita por el primer sistema de regulación, desviando el sistema de posicionamiento la trayectoria de rayo. De esta manera el primer sistema de posicionamiento ajusta la trayectoria de rayo, de manera que ésta siempre se 45 extiende del dispositivo de transmisión / detección hacia el objeto objetivo, aun cuando el objeto objetivo se mueve. Asimismo está presente un segundo sistema de posicionamiento, que se excita por un segundo sistema de regulación. El segundo sistema de posicionamiento también desvía la trayectoria de rayo, de modo que el primer sistema de posicionamiento y el segundo sistema de posicionamiento fijan conjuntamente la orientación de la trayectoria de rayo. Según se ha descrito ya anteriormente, la trayectoria de rayo se puede orientar por ello de manera que ésta se extiende 50 del dispositivo de transmisión / detección hacia el objeto objetivo. Un tercer sistema de regulación sirve finalmente para la excitación de un tercer sistema de posicionamiento. El tercer sistema de posicionamiento actúa directamente sobre el dispositivo de transmisión / detección y se puede usar por consiguiente para la orientación de todo el dispositivo de transmisión / detección. Mediante la combinación del primer sistema de regulación, del segundo sistema de regulación y del tercer sistema de regulación se siguen entonces de forma precisa todos los movimientos del objeto 55 objetivo. Para el seguimiento del objetivo se observa en particular a través de un primer de los dos planos sensores integrados en el sistema activo el desvío del sistema global respecto al objetivo y a través de un segundo plano sensor el desvío del tercer sistema de posicionamiento respecto al objetivo.

**[0006]** Las reivindicaciones dependientes tienen como contenido perfeccionamientos preferidos de la

invención.

**[0007]** Según la invención en una primera opción, el primer sistema de regulación y el segundo sistema de regulación están diseñados de forma acoplada. Esto significa que el bucle de regulación del segundo sistema de regulación está cerrado mediante informaciones adicionales del primer sistema de regulación.

**[0008]** Según la invención, en esta primera opción, el primer sistema de posicionamiento presenta una posición cero, estando configurado el segundo sistema de regulación para hacer pasar el primer sistema de posicionamiento a esta posición cero o alternativamente mantenerlo en esta posición cero. Así se origina el acoplamiento descrito arriba del primer sistema de regulación y del segundo sistema de regulación. El paso a la posición cero y/o el mantenimiento en la posición cero ocurre preferiblemente mediante el segundo sistema de posicionamiento. De esta manera se eleva en particular el rango de posicionamiento del dispositivo de transmisión / detección. Mediante el segundo sistema de posicionamiento se puede desplazar la posición cero del primer sistema de posicionamiento, de modo que el primer sistema de posicionamiento reacciona en un rango desplazado. Además, está previsto preferiblemente que el primer sistema de posicionamiento esté diseñado con más prestaciones que el segundo sistema de posicionamiento. Así el primer sistema de posicionamiento siempre conduce la trayectoria de rayo hacia el objeto objetivo, pudiéndose seguir también los cambios rápidos de un movimiento del objeto objetivo. No obstante, el desempeño va acompañado de una baja capacidad de desvío del primer sistema de posicionamiento. Por ello el segundo sistema de posicionamiento ensancha el rango de posicionamiento del dispositivo de transmisión / detección, no obstante, sin influir negativamente en el desempeño del primer sistema de posicionamiento.

**[0009]** En un ejemplo posible del sistema activo, el tercer sistema de regulación está construido de forma independiente del primer sistema de regulación y del segundo sistema de regulación.

**[0010]** Según la invención, en una segunda opción, el tercer sistema de regulación se usa para hacer pasar el segundo sistema de regulación a una posición cero o mantenerlo en esta posición cero. En este caso el tercer sistema de regulación está acoplado con el segundo sistema de regulación.

**[0011]** Está previsto preferiblemente que el dispositivo de transmisión / detección sea un dispositivo de transmisión / detección óptico.

**[0012]** El positivo de transmisión / detección presenta preferiblemente un dispositivo de actuación.

**[0013]** El positivo de transmisión / detección comprende una fuente láser y una cámara en el plano del primer sistema de regulación, siendo posible también preferiblemente una realización múltiple con varias fuentes láser y cámaras dispuestas en canales individuales. La fuente láser está diseñada para transmitir un rayo láser hacia el objeto objetivo. La cámara está diseñada para detectar el objeto objetivo. De esta manera se aplica la funcionalidad mencionada en el párrafo anterior. La fuente láser es apropiada en particular para el uso como dispositivo de actuación, dado que un rayo láser presenta un alcance elevado y por consiguiente se puede irradiar objetos objetivo muy alejados.

**[0014]** En otra forma de realización preferida del sistema activo, el primer sistema de posicionamiento es un actuador piezoeléctrico. Éste se puede desviar de forma muy rápida. Por ello el primer sistema de posicionamiento como actuador piezoeléctrico presenta un desempeño elevado, por lo que también se pueden detectar y seguir objetos objetivo que se mueven de forma muy rápida.

**[0015]** Asimismo está previsto preferiblemente que el segundo sistema de posicionamiento sea una unidad de bobina móvil, con la que a través de las bobinas móviles se puede mover un espejo basculante en la dirección de inclinación de punta (tip-tilt). La unidad de bobina móvil presenta, comparado con el actuador piezoeléctrico mencionado anteriormente, una capacidad de desvío máxima mayor, siendo menor el desempeño. De este modo el segundo sistema de posicionamiento es apropiado idealmente para el acoplamiento con el primer sistema de posicionamiento, dado que de este modo se saca beneficio del desempeño del primer sistema de posicionamiento y simultáneamente de la gran capacidad de desvío del segundo sistema de posicionamiento.

**[0016]** El tercer sistema de posicionamiento es ventajosamente un robot industrial. Éste presenta, comparado con el actuador piezoeléctrico y la unidad de bobina móvil, la mayor desviación posible y el menor desempeño. Mediante el uso del robot industrial está presente por ello un rango muy grande en el que el dispositivo de transmisión / detección puede detectar y seguir los objetos objetivo. El bajo desempeño del robot industrial se puede compensar por el primer sistema de posicionamiento y/o el segundo sistema de posicionamiento.

**[0017]** En otra forma de realización preferida del sistema activo, el primer sistema de regulación está configurado de manera que excita en primer sistema de posicionamiento en base a los datos del dispositivo de detección dispuesto en este plano. Esto significa que el dispositivo de detección reconoce una desviación del objeto objetivo respecto al punto de referencia, regulándose esta desviación por el primer sistema de regulación. Por consiguiente mediante el primer sistema de regulación se pone el punto de referencia de nuevo sobre el objeto objetivo. El primer sistema de regulación permite por ello igualmente poner el punto de referencia en distintas zonas del objeto objetivo. Así se puede detectar y seguir directamente en particular una carga de ignición del objeto objetivo u otra zona relevante del objeto objetivo.

10 **[0018]** El tercer sistema de regulación comprende preferiblemente un dispositivo de detección adicional. Por consiguiente el tercer sistema de regulación no está conectado con el primer dispositivo de detección, sino que gracias al dispositivo de detección adicional dispone de una base independiente, de modo que el tercer sistema de posicionamiento se puede excitar mediante los datos del dispositivo de detección adicional. El dispositivo de detección adicional es preferiblemente menos exacto, comparado con el dispositivo de detección, pero presenta un campo visual mayor. Por consiguiente mediante el tercer sistema de regulación solo es posible una orientación burda del dispositivo de detección respecto al objetivo. La orientación exacta se produce gracias al primer sistema de posicionamiento y/o el segundo sistema de posicionamiento.

20 **[0019]** En particular el dispositivo de detección adicional proporciona los datos que se pueden utilizar como control previo para el segundo sistema de posicionamiento. De este modo se eleva el desempeño del segundo sistema de posicionamiento.

25 **[0020]** Asimismo está previsto preferiblemente usar solo el tipo mencionado anteriormente de excitación para el segundo sistema de posicionamiento. Esto es razonable en particular con la detección del objetivo, cuando el objeto objetivo aparece ya en el dispositivo de detección adicional debido a un mayor campo visual, pero todavía no se puede observar con el dispositivo de detección en el dispositivo de transmisión / detección.

30 **[0021]** La invención se describe ahora a continuación más en detalle mediante los ejemplos de realización teniendo en cuenta los dibujos adjuntos. En los dibujos:

la fig. 1 es una representación esquemática de un sistema activo según un ejemplo de realización de la invención,

la fig. 2 es una representación esquemática de una zona parcial del sistema activo según el ejemplo de realización preferido de la invención,

la fig. 3 es una primera representación esquemática del primer sistema de regulación del sistema activo según el ejemplo de realización preferido de la invención,

la fig. 4 es una segunda representación esquemática del primer sistema de regulación del sistema efectivo según el ejemplo de realización preferido de la invención,

la fig. 5 es una representación esquemática del primer sistema de regulación y del segundo sistema de regulación del sistema activo según el ejemplo de realización preferido de la invención, y

la fig. 6 es una representación esquemática del primer sistema de regulación y del segundo sistema de regulación del sistema activo según el ejemplo de realización preferido de la invención usando la información del dispositivo de detección adicional para la excitación del segundo sistema de posicionamiento.

50 **[0022]** La figura 1 muestra el sistema activo 1 según un ejemplo de realización preferido de la invención. Adicionalmente la figura 1 muestra un misil como objeto objetivo 8. Para poder detectar y seguir el objeto objetivo 8 está presente un dispositivo de transmisión / detección 2, que está montado sobre un tercer sistema de posicionamiento 3. El dispositivo de transmisión / detección 2 comprende adicionalmente un primer sistema de posicionamiento 7 y un segundo sistema de posicionamiento 6 (véase la fig. 2), que sirven para el desvío de una trayectoria de rayo 9.

55 **[0023]** La trayectoria de rayo 9 se extiende del dispositivo de transmisión / detección 2 hacia el objeto objetivo 8. En el caso de un movimiento del objeto objetivo 8 se debe seguir por ello correspondientemente la trayectoria de rayo 9. Esto ocurre gracias a un sistema multietapa.

**[0024]** Respectivamente en la figura 2 se muestra un ajuste fino y un ajuste medio. Un dispositivo de iluminación 5 emite un rayo láser a lo largo de la trayectoria de rayo 9, pudiéndose desviar la trayectoria de rayo por el primer sistema de posicionamiento 7 y el segundo sistema de posicionamiento 6. El primer sistema de posicionamiento 7 se puede excitar por un primer sistema de regulación 10 (véase la fig. 3) y el segundo sistema de posicionamiento 6 por un segundo sistema de regulación 20 (véase la fig. 5). La luz reflejada se puede detectar por un dispositivo de detección 14 (véase la fig. 3). El dispositivo de detección está integrado en particular en el dispositivo de iluminación 5.

**[0025]** El primer sistema de posicionamiento 7 tiene muchas prestaciones, no teniéndose que producir una gran capacidad de desvío. En particular el primer sistema de posicionamiento 7 tiene un rango de posicionamiento máximo de un miliradian. Por ello el primer sistema de posicionamiento 7 es preferiblemente un actuador piezoeléctrico. El actuador piezoeléctrico excita en particular un primer espejo que modifica una dirección de la trayectoria de rayo 9. Si el objeto objetivo 8 se moviese con respecto al dispositivo de transmisión / detección 2, entonces el primer sistema de posicionamiento 7 puede seguir este movimiento, en tanto que la trayectoria de rayo 9 se desvía correspondientemente. Por consiguiente es posible una detección y seguimiento constantes del objeto objetivo 8. Esto se describe detalladamente a continuación:

Si se produjese una desviación 100 del objeto objetivo 8 respecto a un punto de referencia, entonces esta desviación 100 también se debe introducir en la trayectoria de rayo 9, lo que ocurre gracias al primer sistema de posicionamiento 7. La introducción de una modificación en la trayectoria de rayo 9 conduce por consiguiente a una desviación del primer sistema de posicionamiento 7. El segundo sistema de regulación 20 está configurado por ello para hacer pasar el primer sistema de posicionamiento 7 de nuevo a la posición cero mediante el segundo sistema de posicionamiento 6. Dado que para ello es necesario un desempeño menor, son menores las exigencias al segundo sistema de posicionamiento 6. No obstante, el segundo sistema de posicionamiento 6 necesita ventajosamente una capacidad de desvío mayor que el primer sistema de posicionamiento 7. Por ello el segundo sistema de posicionamiento 6 es en particular un espejo móvil en la dirección de inclinación de punta mediante bobinas móviles. Este segundo espejo desvía asimismo la trayectoria de rayo como el primer espejo mencionado anteriormente. En particular la desviación tiene lugar mediante el segundo espejo después de la desviación por parte del primer espejo.

**[0026]** El segundo sistema de posicionamiento 6 se excita por el segundo sistema de regulación 20, de manera que se cancela una desviación del primer sistema de posicionamiento 7 y el primer sistema de posicionamiento 7 se guía de nuevo a la posición cero. El segundo sistema de posicionamiento 7 eleva por ello el rango que se puede cubrir con el dispositivo de transmisión / detección 2, en tanto que se desplaza la posición cero del primer sistema de posicionamiento 7. A este respecto en el dispositivo de transmisión / detección 2 es posible usar el desempeño del primer sistema de posicionamiento 7 para el seguimiento del objeto objetivo 8, es decir, para la conservación del punto de referencia.

**[0027]** Por ello con el dispositivo de transmisión / detección 2 es posible seguir el objeto objetivo 8 en dos etapas. Los pequeños movimientos o modificaciones de movimiento del objeto objetivo 8, que se realizan en particular abruptamente, son posibles mediante la desviación de la trayectoria de rayo 9 con el primer sistema de posicionamiento 7. El primer sistema de posicionamiento funciona por ello como sistema de orientación fino. Para poder seguir también movimientos o modificaciones de movimiento mayores del objeto objetivo 8, el segundo sistema de posicionamiento 6 lleva de vuelta el primer sistema de posicionamiento a la posición cero después de una desviación. El segundo sistema de posicionamiento 6 es por ello un sistema de direccionamiento medio.

**[0028]** En las figuras 1 y 2 se muestran el primer sistema de posicionamiento 7 y el segundo sistema de posicionamiento 6 como unidad parcial del dispositivo de transmisión / detección.

**[0029]** La figura 1 muestra que el dispositivo de transmisión / detección 2 está montado sobre el tercer sistema de posicionamiento 3. El tercer sistema de posicionamiento 3 sirve como sistema de direccionamiento burdo y es en particular un robot industrial. Mediante la disposición del dispositivo de transmisión / detección 2 sobre el tercer sistema de posicionamiento 3 se puede mover el dispositivo de transmisión / detección 2 como unidad global, a fin de aumentar así aún más el rango de acción. Preferiblemente el tercer sistema de posicionamiento 3 presenta suficientes grados de libertad de movimiento, a fin de posibilitar una orientación del dispositivo de transmisión / detección 2 en acimut y elevación. Para ello el tercer sistema de posicionamiento 3 es en particular al menos un robot industrial de dos ejes.

**[0030]** Para hacer funcionar el tercer sistema de posicionamiento 3 de forma independiente del primer sistema de posicionamiento 7 y del segundo sistema de posicionamiento 6, un tercer sistema de regulación que excita el tercer sistema de posicionamiento 3 se hace funcionar de forma independiente del primer sistema de regulación 10 y del

segundo sistema de regulación 20. Por ello está previsto preferiblemente un dispositivo de detección adicional 4, que está dispuesto preferiblemente directamente en el tercer sistema de posicionamiento 3. El dispositivo de detección adicional 4 sirve para la detección del objeto objetivo 8, siendo menor la exactitud del dispositivo de detección adicional 4 que la del dispositivo de transmisión / detección 2. En particular el dispositivo de detección adicional solo reconoce el contorno bruto y/u otras características caracterizadoras del objeto objetivo 8, de modo que el tercer sistema de posicionamiento 3 orienta el dispositivo de transmisión / detección 2 hacia el objeto objetivo 8. La detección y seguimiento exactos del objeto objetivo 8 es posible a continuación mediante el primer sistema de posicionamiento 7 y el segundo sistema de posicionamiento 6.

10 **[0031]** Gracias al uso del tercer sistema de posicionamiento 3 se aumenta el rango de detección del dispositivo de transmisión / detección 2.

**[0032]** En las figuras 3 y 4 se muestra un dibujo esquemático del primer sistema de regulación 10. La figura 3 muestra la estructura del primer sistema de regulación 10 según el ejemplo de realización preferido. Así el primer sistema de regulación 10 comprende un primer regulador 11, que está realizado en particular como regulador PID. El primer regulador 11 transfiere su señal de partida al primer sistema de posicionamiento 7. La desviación del primer sistema de posicionamiento 7 se puede determinar mediante un dispositivo de medición 12, de modo que el resultado de esta medición se le transmite a un filtro 13. El filtro 13 de nuevo excita junto al primer regulador 11 el dispositivo de posicionamiento 7, a fin de generar así una desviación precisa del primer sistema de posicionamiento 7.

20 **[0033]** No obstante, dado que mediante el movimiento del objeto objetivo 8 se puede producir una desviación 100 entre el objeto objetivo 8 y el punto de referencia, esta desviación 100 también repercute en el primer sistema de regulación 10. Mediante el dispositivo de detección 14 se reconoce esta desviación 100 del objeto objetivo 8, tras la aplicación de un factor de proporcionalidad 15, se transmite igualmente al filtro 13. Adicionalmente, la desviación 100 del dispositivo de detección 14 se conduce directamente al primer regulador 11. De esta manera está presente un sistema retroalimentado, que permite una detección y seguimiento continuo del objeto objetivo 8.

**[0034]** Como magnitud de referencia para el primer regulador 11 se adopta el valor 0, lo que significa que no debe estar presente una desviación 100 entre el objeto objetivo y el punto de referencia. Por ello la desviación 100 se determina mediante un dispositivo de detección y se deduce de la magnitud de referencia, a fin de conducir el resultado al primer regulador 11. Éste regula por ello la desviación 100, en tanto que excita correspondientemente el primer sistema de posicionamiento 7.

35 **[0035]** La señal de excitación del sistema de posicionamiento 7 se compone, según se ha descrito anteriormente, por una señal del primer regulador 11 y de una señal del filtro 13. Para el acoplamiento de estas señales se substrahe la señal del filtro 13 de la señal del primer regulador. La señal de entrada del filtro 13 de nuevo se compone, según se ha descrito arriba, de una señal del dispositivo de detección 14 y una señal del dispositivo de medición 12, substrayéndose la señal del dispositivo de medición 12 de la señal del dispositivo de detección.

40 **[0036]** Por síntesis en la figura 4 está representado el primer sistema de regulación 10 de forma simplificada. Para ello las funciones de transmisión del primer regulador 11, del filtro 13 y del factor de posicionamiento 15 están reunidos en un primer elemento de simplificación 16. Asimismo las funciones de transmisión del primer sistema de posicionamiento 7, del filtro 13 y del dispositivo de medición 12 están reunidos en un segundo elemento de simplificación 17. La reunión de las funciones de transmisión de diversos componentes se conocen hace tiempo por 45 el estado de la técnica. Por ello se deducen las siguientes relaciones:

$$G_7 = \frac{G_2}{1 - G_2 \cdot G_3 \cdot G_4} \quad G_8 = 1 + \frac{G_3 \cdot G_5}{G_1}$$

- G1 Función de transmisión del primer regulador 11
- 50 G2 Función de transmisión del primer sistema de posicionamiento 7
- G3 Función de transmisión del filtro 13
- G4 Función de transmisión del dispositivo de medición 12
- G5 Factor de proporcionalidad 15
- G6 Función de transmisión del dispositivo de detección 14
- 55 G7 Función de transmisión del segundo elemento de simplificación 17
- G8 Función de transmisión del primer elemento de simplificación 16

**[0037]** La figura 5 muestra la combinación del primer sistema de regulación 10 con el segundo sistema de

regulación 20. A este respecto el primer sistema de regulación 10 comprende los componentes simplificados mostrados en la figura 4. El segundo sistema de regulación 20 comprende un segundo regulador 21, que es igualmente preferiblemente un regulador PID. El segundo regulador 21 usa la salida del segundo elemento de simplificación 17 (que comprende el dispositivo de medición 12), para excitar el segundo sistema de posicionamiento 6. Para ello la señal del segundo elemento de simplificación 17 se amplifica por un factor de proporcionalidad 22. Aquí también se adopta como magnitud de referencia el valor constante 0, lo que significa que la desviación medida del primer sistema de posicionamiento 7 debe volverse cero. Por ello la señal de partida del factor de proporcionalidad se adiciona a la magnitud de referencia, a fin de transmitir esta suma a continuación al segundo regulador 21.

10 **[0038]** Es evidente que la estructura mencionada acopla el primer sistema de regulación 10 y el segundo sistema de regulación 20, en tanto que el bucle de regulación del segundo sistema de regulación 20 está cerrado por el primer sistema de regulación 10 y el segundo sistema de posicionamiento 6 se excita a base de la desviación del primer sistema de posicionamiento 7. La unidad de transmisión / detección 2 saca provecho con ello de la actuación del primer sistema de regulación 10 o del primer sistema de posicionamiento 7 al igual que del gran rango de detección del segundo sistema de posicionamiento 6.

20 **[0039]** Debido al acoplamiento la desviación 100 ya no actúa directamente sobre la salida del segundo elemento de simplificación 17, sino sobre la salida del segundo sistema de posicionamiento 6. Esto ya se puede deducir de la estructura mostrada en la figura 2 del dispositivo de transmisión / detección 2, dado que la luz reflejada por el objeto objetivo 8 incide durante el seguimiento de la trayectoria de rayo 9 en primer lugar sobre el segundo sistema de posicionamiento 6 y solo luego sobre el primer sistema de posicionamiento 7 (contenido en el elemento de simplificación 17). Por ello ya no se añade la desviación 100 sobre la salida del segundo elemento de simplificación 17, sino que se añade en primer lugar la desviación 100 con la señal de salida del segundo sistema de posicionamiento 6, antes de que ésta señal sumada se sume a la señal de salida de partida del segundo elemento de simplificación 17.

30 **[0040]** Asimismo según se describe aquí para el acoplamiento del segundo sistema de regulación 20 con el primer sistema de regulación 10, el tercer sistema de regulación 30 también se puede acoplar en el segundo sistema de regulación 20. En un ejemplo de realización alternativo de este tipo se usa el robot industrial para llevar el sistema de direccionamiento medio de vuelta a la posición cero.

35 **[0041]** Alternativamente al acoplamiento mencionado anteriormente, en este ejemplo de realización se usa el dispositivo de detección adicional 4 para la regulación del tercer sistema de posicionamiento. Esto es razonable en particular luego cuando el objetivo, en particular debido a un campo visual menor, todavía no se puede detectar con el dispositivo de transmisión / detección 2 y por consiguiente solo se puede orientar debido a las informaciones del dispositivo de detección adicional. Según se ha descrito ya arriba, el sistema de posicionamiento 3 permite el seguimiento del objetivo en un gran rango de ángulo. Las informaciones del dispositivo de detección adicional 4 se pueden usar además como control previo para el segundo sistema de posicionamiento 6.

40 **[0042]** Este caso se muestra en la figura 6. Para ello se usa un tercer elemento de simplificación 18 que está definido en la figura 5. El tercer elemento de simplificación 18 comprende las funciones de transmisión del primer elemento de simplificación 16, del segundo elemento de simplificación 17, del primer regulador 11, del dispositivo de detección 14 así como del factor de proporcionalidad 22. Las señales del dispositivo de detección adicional 4 se convierte en una señal de posicionamiento y se le transmite al segundo sistema de posicionamiento 6. Por consiguiente el dispositivo de detección adicional 4 excita junto al segundo regulador 21 el segundo sistema de posicionamiento 6, en tanto que la señal de salida del dispositivo de detección adicional 4 se substrahe de la señal de salida del segundo regulador 21.

50 **[0043]** También es posible finalmente usar este tipo de la excitación para el segundo sistema de posicionamiento 6 y no tener en cuenta la señal de salida del segundo regulador 21 en la excitación del segundo sistema de posicionamiento 6. Esto es razonable en particular en un proceso de encendido, en el que el objetivo se puede ver ya en el dispositivo de detección adicional 4 debido al mayor campo visual, pero todavía no en el dispositivo de transmisión / detección 2.

55 **[0044]** En conjunto para el primer sistema de regulación 10 y el segundo sistema de regulación 20 se produce una función de transmisión con la entrada "Desviación 100" y una salida 200, la siguiente función de transmisión global  $G_{global}$ .

$$G_{global} = \frac{1-G_{11}G_{12}}{1-G_{10}G_{12}G_{12}} \quad G_{10} = \frac{G_9 \cdot G_1 \cdot G_6 \cdot G_7 \cdot G_8}{1+G_1 \cdot G_6 \cdot G_7 \cdot G_8}$$

- G9 Factor de proporcionalidad 22
- 5 G10 Función de transmisión del tercer elemento de simplificación 18
- G11 Función de transmisión del dispositivo de detección adicional 4 y de un filtro correspondiente para la preparación de señal
- G12 Función de transmisión del segundo dispositivo de posicionamiento 6
- G13 Función de transmisión del segundo regulador 21

10

**LISTA DE REFERENCIAS**

**[0045]**

- 15 1 Sistema activo
- 2 Dispositivo de transmisión / detección
- 3 Tercer sistema de posicionamiento
- 4 Dispositivo de detección adicional
- 5 Dispositivo de iluminación
- 20 6 Segundo sistema de posicionamiento
- 7 Primer sistema de posicionamiento
- 8 Objeto objetivo
- 9 Trayectoria de rayo
  
- 25 10 Primer sistema de regulación
- 11 Primer regulador
- 12 Dispositivo de medición
- 13 Filtro
- 14 Dispositivo de detección
- 30 15 Factor de proporcionalidad
- 16 Primer elemento de simplificación
- 17 Segundo elemento de simplificación
- 18 Tercer elemento de simplificación
  
- 35 20 Segundo dispositivo de regulación
- 21 Segundo regulador
- 22 Factor de proporcionalidad
  
- 100 Desviación
- 40 200 Salida

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema activo (1), que comprende

- 5 - al menos un dispositivo de transmisión / detección (2), con un dispositivo de detección (14) para la detección de un objeto objetivo (8),  
- en el que el dispositivo de transmisión / detección (2) comprende una fuente láser y una cámara,  
- al menos un primer sistema de regulación (10) para la excitación de un primer sistema de posicionamiento (7) para la orientación de una trayectoria de rayo (9) entre el dispositivo de transmisión / detección (2) y el objeto objetivo (8),  
10 - un segundo sistema de regulación (20) para la excitación de un segundo sistema de posicionamiento (6) para la orientación de la trayectoria de rayo (9), y  
- un tercer sistema de regulación para la excitación de un tercer sistema de posicionamiento (3) para la orientación del dispositivo de transmisión / detección (2), en el que  
- el tercer sistema de regulación comprende un dispositivo de detección adicional (4) y el tercer sistema de  
15 posicionamiento (3) se puede excitar en base a los datos del dispositivo de detección adicional (4),

en el que:

- i) el primer sistema de regulación (10) y el segundo sistema de regulación (20) están diseñados de forma acoplada, y  
20 en el que el primer sistema de posicionamiento (7) presenta una posición cero y el segundo sistema de regulación (6) está configurado para hacer pasar el primer sistema de posicionamiento (7) a la posición cero mediante excitación del segundo sistema de posicionamiento (6) y/o mantenerlo en la posición cero,  
o  
ii) el segundo sistema de regulación (20) y el tercer sistema de regulación se pueden hacer funcionar de forma  
25 acoplada, en tanto que el segundo sistema de posicionamiento (6) presenta una posición cero y el tercer sistema de regulación está configurado para hacer pasar el segundo sistema de posicionamiento (6) a la posición cero mediante excitación del tercer sistema de posicionamiento (3) y/o mantenerlo en la posición cero.

2. Sistema activo (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de transmisión /  
30 detección (2) es un dispositivo de transmisión / detección óptico.

3. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo de transmisión / detección (2) comprende un dispositivo de actuación (5).

35 4. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer sistema de posicionamiento (7) es un actuador piezoeléctrico.

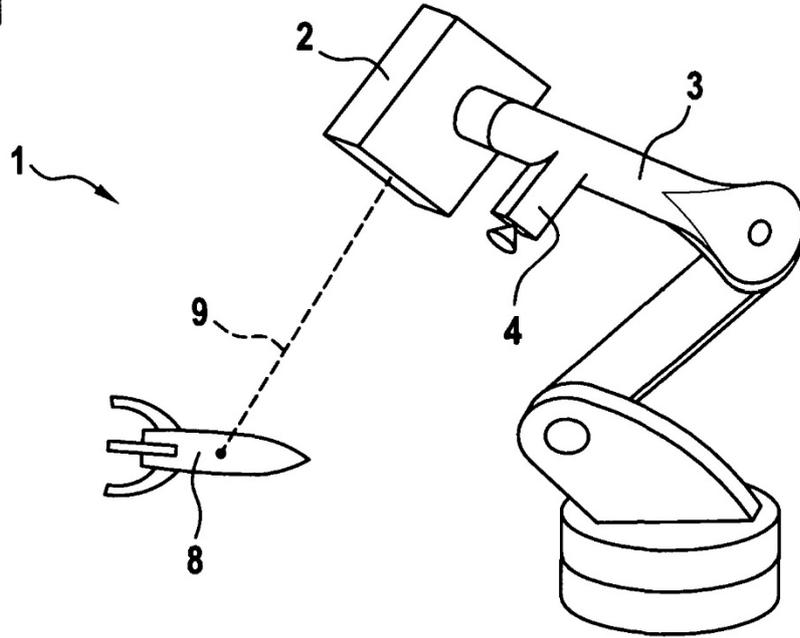
5. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segundo sistema de posicionamiento (7) es una unidad de bobina móvil.  
40

6. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tercer sistema de posicionamiento (3) es un robot industrial.

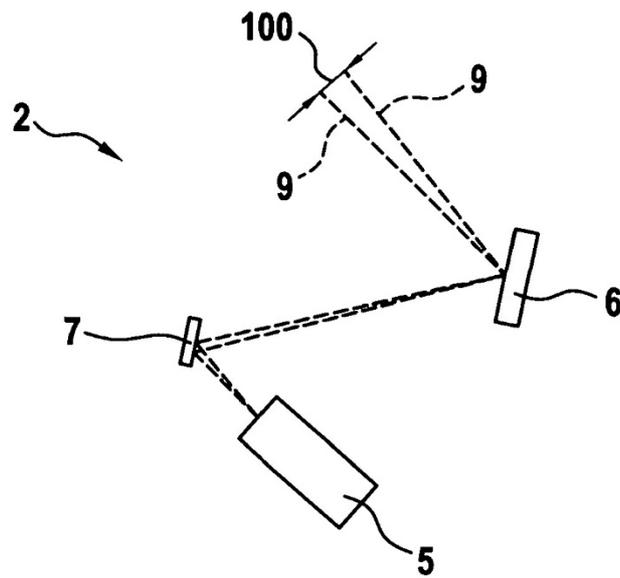
7. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer sistema de regulación (10) excita el primer sistema de posicionamiento (7) en base a los datos del dispositivo de transmisión /  
45 detección (2).

8. Sistema activo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segundo sistema de posicionamiento (6) se puede controlar en base a los datos del dispositivo de detección adicional (4).  
50

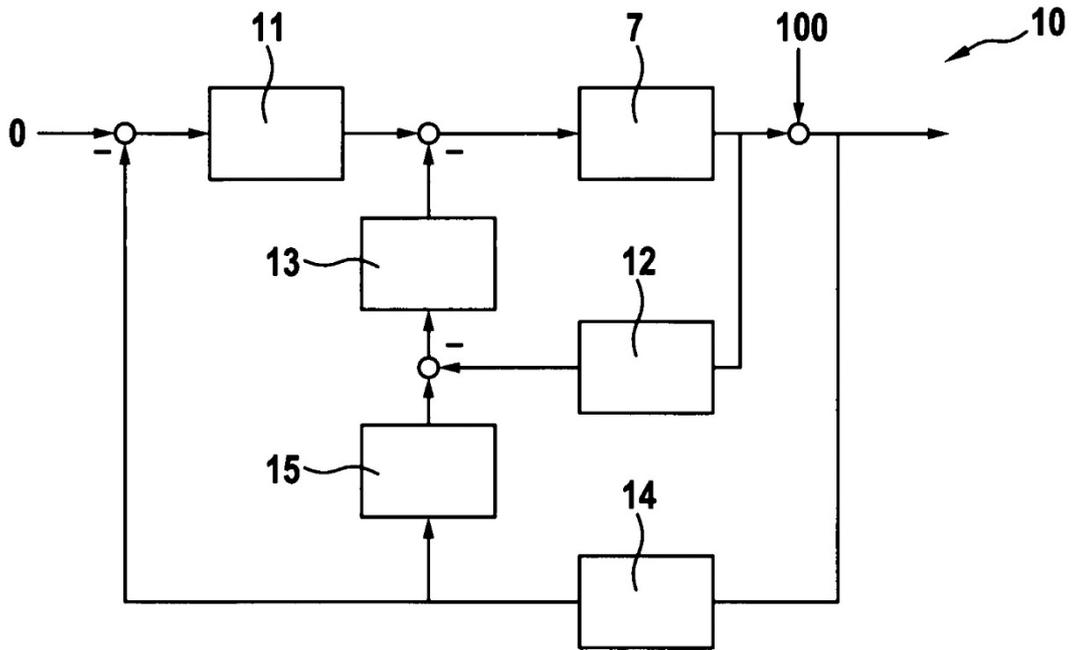
**Fig. 1**



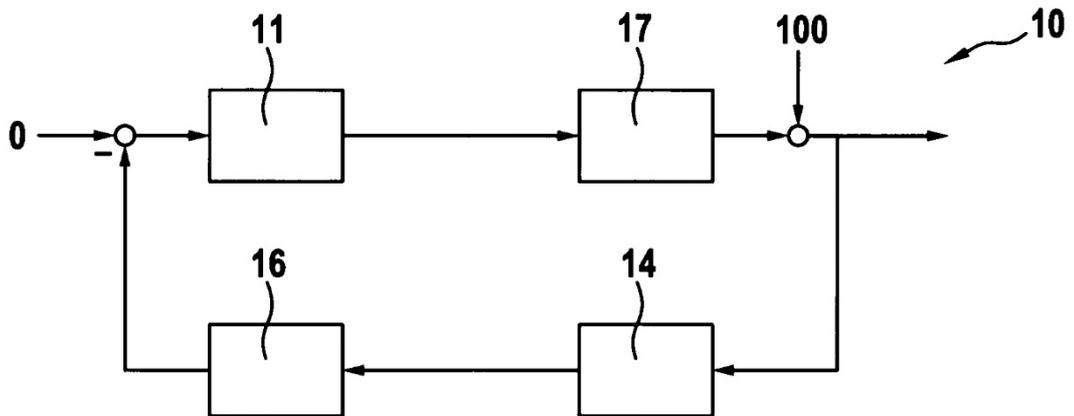
**Fig. 2**



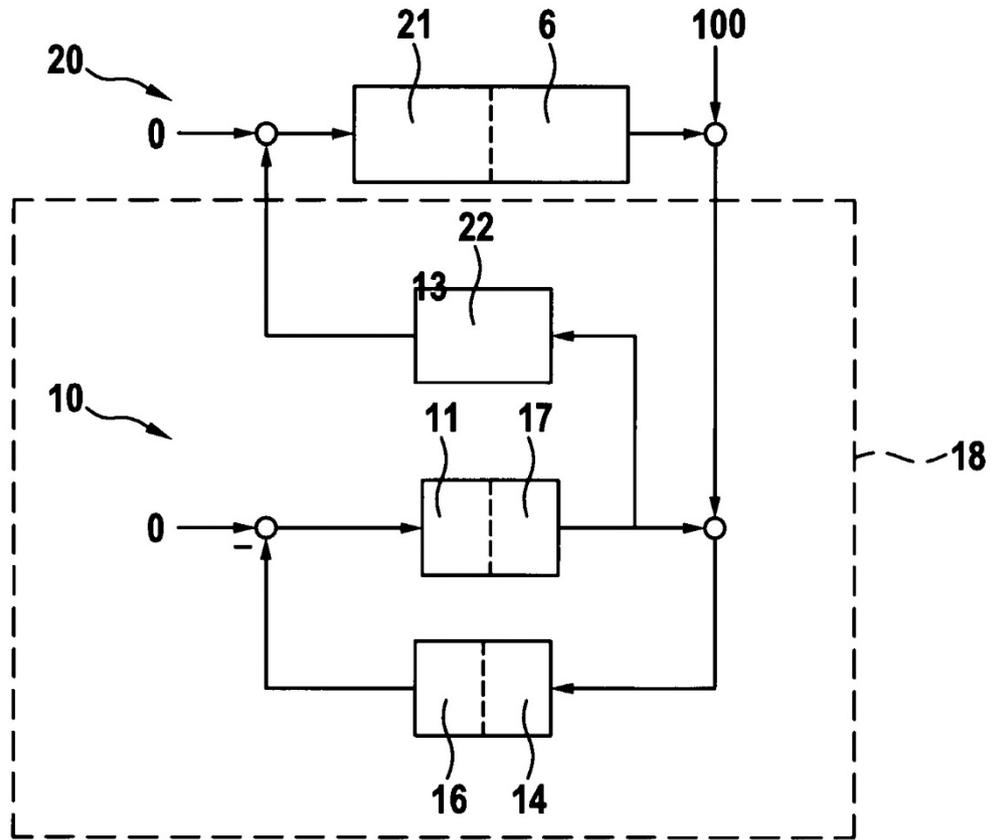
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

