

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 756**

51 Int. Cl.:

H02P 5/50 (2006.01)
B23Q 5/10 (2006.01)
G05B 19/416 (2006.01)
G05B 19/29 (2006.01)
G05B 19/414 (2006.01)
H02P 5/69 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2009 E 09740116 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2353218**

54 Título: **Estructura de regulador para varias unidades de accionamiento acopladas mecánicamente**

30 Prioridad:

04.12.2008 DE 102008044341

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

25.03.2014

73 Titular/es:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
Dr. Johannes-Heidenhain-Strasse 5
83301 Traunreut, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÖNHUBER, JOSEF;
KOHLE, FRIEDER y
MAIER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 450 756 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

Estructura de regulador para varias unidades de accionamiento acopladas mecánicamente

5 La invención se refiere a una estructura de regulador para varias unidades de accionamiento acopladas mecánicamente. Tales disposiciones se presentan, por ejemplo, cuando se debe mover una mesa de maquinaria pesada con varios accionamientos en una dirección. Estas unidades de accionamiento deben ser controladas entonces de manera que la carga se distribuya de manera uniforme en todas las unidades de accionamiento, sin la producción de tensiones inadmisibles entre los accionamientos.

10 Por el documento DE 4409823 C1 se conoce un conjunto de varios accionamientos que se controla de manera central. Para cada accionamiento se usa aquí un aparato de medición de posición propio y un regulador de posición propio.

15 Por el documento EP 0 704 962 B1 se conoce una estructura de regulador con la que se puede operar una pluralidad de accionamientos de manera sincronizada. La estructura de regulador que se propone aquí usa en cada caso un regulador de posición y de número de revoluciones en común para todas las unidades de accionamiento. Esta estructura de regulador tiene la desventaja de que las alteraciones no simétricas relativas al momento de rotación pueden regularse solamente de manera simétrica, puesto que existe un solo regulador del número de
20 revoluciones.

Por el documento DE 19527199 C2, para sincronizar rodillos de presión se conoce la forma de operar varios accionamientos con un solo aparato de posición, en donde cada eje de accionamiento dispone de un propio regulador de velocidad.

25 La invención tiene como objetivo proveer una estructura de regulación para varias unidades de accionamiento acopladas mecánicamente que puedan ser configuradas lo más flexible que sea posible y que puedan adaptarse así fácilmente a diferentes aplicaciones. Para este propósito es de ventaja un concepto modular en el que es posible interconectar unidades de accionamiento individuales y sus estructuras reguladoras asignadas directamente de manera sencilla formando un conjunto de accionamiento.

Este objetivo se logra a través de un dispositivo con las características de la reivindicación 1. Se obtienen formas de realización ventajosas a partir de las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

35 Se provee una estructura de regulador para más de dos unidades de accionamiento acopladas mecánicamente a un elemento móvil y un regulador de posición para calcular una velocidad nominal a partir de una posición nominal y la posición real, en donde el aparato de medición de posición y el regulador de posición sirven para todas las unidades de accionamiento de manera conjunta. Sin embargo, cada unidad de accionamiento dispone de un regulador de
40 velocidad propio.

La estructura de regulador de acuerdo con la invención es apropiada para aplicaciones en las que están previstas más de dos unidades de accionamiento para el avance de un elemento móvil en una dirección. En otras palabras, a este respecto se trata de máquinas en las que se acciona un eje móvil de más de dos accionamientos al mismo
45 tiempo.

A este respecto, la posición actual del elemento móvil es detectada por un solo aparato de medición de posición y se presenta como posición real a la estructura reguladora que compara esta última con la posición nominal y en caso de desviaciones a través de un control apropiado de todas las unidades de accionamiento regula la posición real a la posición nominal.

50 La estructura reguladora para este propósito presenta un regulador de posición en común para todas las unidades de accionamiento que a partir de la desviación entre la posición real y la posición nominal determina una velocidad nominal que se predetermina para los accionamientos individuales.

55 Cada unidad de accionamiento dispone de un regulador de velocidad propio que recibe la velocidad nominal del regulador de posición en común y la velocidad real y determina a partir de ellas una corriente nominal. Esta corriente nominal se convierte en un regulador de corriente en señales de control para el motor propiamente dicho.

60 Otras ventajas y detalles de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de diferentes formas de realización haciendo referencia a las figuras. A este respecto:

La figura 1 muestra una estructura de regulador para tres unidades de accionamiento acopladas
65 mecánicamente,

La figura 2 muestra una estructura de regulador para cuatro unidades de accionamiento acopladas mecánicamente,

5 La figura 3 muestra un detalle de las estructuras de regulador para varias unidades de accionamiento acopladas mecánicamente.

10 En la figura 1 se representa un elemento móvil 1 o, más exactamente, una mesa 1, que se puede mover mediante un eje lineal en una dirección X. Para este propósito se acciona la mesa 1 mediante dos husillos 3 que están dispuestos de manera paralela a la dirección X. Uno de los dos husillos 3 es impulsado por dos motores 2.1 y 2.2, el otro husillo es impulsado por un solo motor 2.3. Estos motores son componentes de las unidades de accionamiento 10.1, 10.2 y 10.3. Tal configuración puede ser conveniente cuando la masa a ser movida está dispuesta de manera no uniforme.

15 Puesto que estas unidades de accionamiento están estructuradas de manera muy similar y contienen, por ejemplo, cada una, un regulador de velocidad 6, un regulador de corriente 7 y un motor 2, a continuación se usarán los números de referencia con el índice sucesivo solamente cuando se refiere a un componente de una unidad de accionamiento especial, es decir, por ejemplo, para el motor 2.2 la unidad de accionamiento 10.2. Por lo demás, se usan los números de referencia sin índice, es decir, por ejemplo, para los motores 2 de las unidades de accionamiento 10.

20 Un solo aparato de medición de posición 4 detecta la posición actual de la mesa 1, cuyo valor de posición se toma como posición real X_{act} para la regulación en todas las unidades de accionamiento 10. Para este propósito se sustrae la posición real X_{act} de una posición nominal X_{nom} y se suministra a un regulador de posición 5 que a partir de esta última genera de manera conocida una velocidad nominal V_{nom} válida para todas las unidades de accionamiento 10.

30 La velocidad nominal V_{nom} se suministra ahora a cada una de las unidades de accionamiento 10 y desde allí se suministra a un regulador de velocidad 6 presente en cada unidad de accionamiento 10. De la velocidad nominal V_{nom} se sustrae previamente la velocidad real actual V_{act} que se puede generar, por ejemplo, a través de la derivación de la posición real. Esta formación de diferencia es convencional en la técnica y no se representa en las figuras, a fin de poder mostrar mejor los detalles de la invención. El regulador de velocidad 6 también puede ser designado como regulador del número de revoluciones, puesto que el número de revoluciones de los motores 2 por la realización mecánica está relacionado con la velocidad de la mesa 1.

35 Cada regulador del número de revoluciones 6 genera de manera conocida una corriente nominal I_{nom} que se suministra de manera convencional a un regulador de corriente 7 presente en cada unidad de accionamiento 10. Una vez más, la formación de la diferencia de manera convencional con una corriente real no se muestra aquí de forma más detallada. Los reguladores de corriente 7 generan valores nominales para las tensiones de las fases de los motores individuales, a fin de impulsar a los motores 2 de tal manera que la mesa 1 se mueve finalmente en su posición nominal predeterminada desde afuera X_{nom} .

45 A fin de asegurar ahora que la mesa 1 se acciona de manera uniforme y que no se atasca, la unidad de accionamiento 10.1 está configurada como unidad maestra, mientras que las unidades de accionamiento 10.2 y 10.3 están configuradas como unidades dependientes de esta unidad maestra 10.1.

50 Esto significa que las unidades de accionamiento 10.2 y 10.3, en cada caso, por medio de un momento de unidad maestra a unidad dependiente presentan reguladores 8, denominados de aquí en adelante de manera abreviada como reguladores MMS 8 (por las siglas en alemán de Momenten-Master-Slave Regler 8 (reguladores de momento de unidad maestra a unidad dependiente 8)). Por lo tanto, los reguladores MMS 8 están asignados a las unidades dependientes, de modo que la unidad maestra (es decir, la unidad de accionamiento 10.1) no presenta un regulador MMS 8.

55 La estructura exacta de un regulador MMS 8 se describirá de manera más detallada más adelante haciendo referencia a la figura 3. Aquí se describirá primero solamente la forma de funcionamiento básico. El regulador MMS 8 de una unidad dependiente contiene como valores de entrada las corrientes nominales I_{nom} de su unidad dependiente y la unidad maestra de esta última. Por medio de la respectiva constante de motor del respectivo motor 2, esta corriente nominal I_{nom} se relaciona con el momento de rotación del respectivo motor. A partir de esto, el regulador MMS 8 calcula en cada caso un valor de corrección V_{cm} , V_{cs} para la velocidad nominal de la unidad maestra y la unidad dependiente que se conectan a las respectivas velocidades nominales con diferentes signos, en donde los signos se basan solamente en convenciones. De manera práctica, esto significa que el regulador MMS 8 puede acelerar ligeramente la unidad maestra y frenar ligeramente la unidad dependiente, a fin de sincronizar ambas unidades de accionamiento con respecto a su momento de rotación.

65 Puesto que en el presente ejemplo las unidades de accionamiento 10.2 y 10.3 operan como unidades dependientes para la unidad maestra 10.1, la unidad maestra recibe tanto del regulador MMS 8.2 como también del regulador MMS 8.3 en cada caso un valor de corrección V_{cm} para la velocidad nominal V_{nom} . Como se observa, el número de

las unidades dependientes individuales puede aumentarse de manera sencilla. En esta topología de regulador, para cada unidad dependiente, la unidad maestra recibe un valor de corrección para la velocidad nominal.

5 Por lo tanto, de acuerdo con este primer ejemplo de realización, la estructura de regulador está estructurada a través de sólo dos módulos o tipos diferentes de unidades de accionamiento, es decir, una unidad maestra y varias unidades dependientes. La unidad maestra y las unidades dependientes reciben una velocidad nominal en común Vnom de un regulador de posición en común 5 que es alimentado por un solo aparato de medición de posición en común 4 con la posición real Xact. La unidad maestra y las unidades dependientes incluyen entonces en cada caso individualmente los elementos adicionales de un circuito regulador en cascada, es decir, aquí el regulador de 10 velocidad 6 y el regulador de corriente 7. Además, a cada unidad dependiente se asigna un regulador MMS 8 que como se describió anteriormente se encarga de la coordinación entre cada par de unidad maestra y unidad dependiente generando los valores de corrección Vcm y Vcs para la velocidad nominal Vnom de la unidad maestra y la unidad dependiente, de modo que se compensan diferentes momentos de rotación.

15 La figura 2 muestra un ejemplo de realización con una estructura de regulador complementada con un módulo adicional o con una posibilidad de configuración adicional para una unidad de accionamiento 10: Un conjunto de una unidad maestra con una o varias unidades dependientes como en el primer ejemplo de realización puede actuar a su vez hacia fuera como unidad dependiente frente a una unidad maestra superior.

20 En la figura 2 se muestra una disposición muy similar a la figura 1, en donde no se describirán nuevamente los componentes individuales ya descritos, pero se señalarán las diferencias.

De acuerdo con este ejemplo de realización están previstas ahora cuatro unidades de accionamiento 10 para mover la mesa 1. Sin embargo, la nueva unidad de accionamiento añadida 10.4 no está configurada como unidad 25 dependiente adicional para la unidad maestra 10.1 – esto correspondería a una configuración del tipo del primer ejemplo de realización. La unidad de accionamiento 10.4 actúa más bien como unidad maestra para la unidad de accionamiento 10.3. Por lo tanto, el regulador MMS 8.3 de la unidad de accionamiento 10.3 está conectado de manera correspondiente entre las unidades de accionamiento 10.3 y 10.4. Basándose en las corrientes nominales Inom de estas dos unidades de accionamiento, él calcula valores de corrección Vcm y Vcs para la velocidad nominal 30 Vnom de las unidades de accionamiento 10.4 y 10.3.

Por lo tanto, las unidades de accionamiento 10.2 y 10.4 operan de manera conjunta como unidad maestra y unidad dependiente. Sin embargo, este conjunto de unidad maestra y unidad dependiente actúa ahora adicionalmente 35 frente a la unidad de accionamiento configurada como unidad maestra 10.1 como unidad dependiente. Por esta razón, la unidad de accionamiento 10.4 presenta un regulador MMS 8.4, aunque frente a la unidad de accionamiento 10.3 actúa como unidad maestra. El regulador MMS 8.4, basándose en las corrientes nominales Inom de las unidades de accionamiento 10.1 y 10.4, calcula valores de corrección Vcm y Vcs para la velocidad nominal Vnom de las unidades de accionamiento 10.1 y 10.4

40 Por lo tanto, la unidad de accionamiento 10.1 es, por una parte, una unidad maestra para la unidad dependiente 10.2 como en el primer ejemplo de realización. Además, la unidad de accionamiento 10.1 también es una unidad maestra frente al conjunto de unidad maestra-unidad dependiente de las unidades de accionamiento 10.4 y 10.3.

45 La unidad de accionamiento 10.4 es tanto una unidad maestra para la unidad de accionamiento 10.2 como también una unidad dependiente para la unidad de accionamiento 10.1.

Por lo tanto, frente al primer ejemplo de realización de la figura 1 se ha agregado una posibilidad de configuración 50 adicional para las unidades de accionamiento 10, es decir, el conjunto de una unidad de accionamiento 10.4 como unidad maestra con una unidad de accionamiento 10.3 como unidad dependiente. Este conjunto podría incluir unidades de accionamiento adicionales 10 configuradas como unidad dependiente para la unidad maestra 10.4. Además, la unidad de accionamiento 10.4 de este conjunto actúa como unidad dependiente para la unidad maestra superior 10.1. Por lo tanto, a pesar de su función como unidad maestra frente a la unidad dependiente 10.3 ella presenta un regulador MMS 8.

55 En general, se puede afirmar que solamente la unidad de accionamiento 10.1 que actúa como unidad maestra superior no presenta un regulador MMS 8. Todas las demás unidades de accionamiento 10.2, 10.3, 10.4 presentan un regulador MMS 8 puesto que son o bien simples unidades dependientes para una unidad maestra o bien una unidad maestra en un conjunto con una o varias unidades dependientes y al mismo tiempo una unidad dependiente 60 para una unidad maestra superior.

Puesto que finalmente puede existir solamente una unidad maestra superior, exactamente una unidad de accionamiento 10.1 no presenta un regulador MMS 8, todas las demás unidades de accionamiento 10.2, 10.3, 10.4 presentan un regulador MMS 8.

65 La figura 3 muestra semejante regulador MMS 8 de manera detallada. Los momentos de rotación Tnom,Master (Tnom, unidad maestra) y Tnom,Slave (Tnom, unidad dependiente) formados a partir de las corrientes nominales de

ES 2 450 756 T3

5 la unidad maestra y la unidad dependiente se sustraen en el lugar de adición 11 uno con respecto al otro y forman así una medida para el arriostamiento recíproco de unidad maestra y unidad dependiente. Además, por medio de un parámetro t , el cual está conectado adicionalmente a la diferencia, es posible definir una tensión previa nominal a fin de crear una tensión mecánica previa recíproca de la unidad maestra y la unidad dependiente. De esta manera, por ejemplo, dos ruedas dentadas que accionan de manera conjunta una vara dentada se arriostan recíprocamente, a fin de accionar el mecanismo sin cambios de los flancos dentados y de esta manera sin juegos.

10 El valor formado en el lugar de adición 11 se convierte en un regulador de momento de rotación 9 en un valor de corrección de velocidad V_c . Este valor de corrección será sumado a la velocidad nominal de la unidad maestra y será sustraído de la velocidad nominal de la unidad dependiente como se representó en las figuras anteriores.

15 Además, es posible dividir asimétricamente el valor de corrección de velocidad. Para este propósito se multiplica el valor de corrección con un parámetro y entre 0 y 2, a fin de formar el valor de corrección V_{cm} para la unidad maestra y se multiplica con $(2 - y)$, a fin de determinar el valor de corrección V_{cs} para la unidad dependiente. Para $y = 1$ se divide de manera equitativa el valor de corrección, luego se aplica $V_{cm} = V_{cs} = V_c$. Puede ser conveniente una división asimétrica, por ejemplo, cuando el aparato de medición de posición 4 no como se representa en las figuras 1 y 2 está dispuesto de manera central entre los accionamientos.

20 Los reguladores MMS 8 no necesariamente deben operar basándose en las corrientes nominales I_{nom} de las respectivas unidades de accionamiento 10. También las corrientes reales son una medida apropiada para el respectivo momento de rotación, puesto que las corrientes nominales y reales en la práctica no variarán en gran medida durante un tiempo prolongado una con respecto a la otra.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura de regulador para más de dos unidades de accionamiento (10) acopladas mecánicamente a un elemento móvil (1), en donde la estructura de regulador presenta un solo aparato de medición de posición (2) para determinar una posición real (X_{act}) del elemento móvil (1) y un regulador de posición (5) para calcular una velocidad nominal (V_{nom}) válida para todas las unidades de accionamiento (10) a partir de una posición nominal (X_{nom}) y la posición real (X_{act}), y en donde el aparato de medición de posición (2) y el regulador de posición (5) sirven para todas las unidades de accionamiento (10) de manera conjunta, en donde la unidad de accionamiento (10) dispone de un regulador de velocidad propio (6), **caracterizada por que** una unidad de accionamiento (10.1) está configurada como unidad maestra superior, y que las unidades de accionamiento subordinadas a esta unidad maestra (10.2) están configuradas como unidades dependientes y presentan un regulador MMS (8) que en cada caso presenta un valor de corrección de velocidad (V_{cm} , V_{cs}) para la unidad maestra (10.1) y la unidad dependiente (10.2).
- 15 2. Estructura de regulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el regulador MMS (8) basándose en corrientes nominales (I_{nom}) o corrientes reales y así basándose en momentos de rotación de la unidad maestra (10.1) y la unidad dependiente (10.2) determina valores de corrección de velocidad (V_{cm} , V_{cs}) para la unidad maestra (10.1) y la unidad dependiente (10.2).
- 20 3. Estructura de regulador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** por medio del regulador MMS (8) se puede establecer como parámetro una tensión previa mecánica nominal (56) entre la unidad maestra (10.1) y la unidad dependiente (10.2).
- 25 4. Estructura de regulador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** los valores de corrección de velocidad (V_{cm} , V_{cs}) presentan diferentes signos.
- 30 5. Estructura de regulador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** los valores de corrección de velocidad (V_{cm} , V_{cs}) presentan diferentes cantidades, a fin de dividir asimétricamente una corrección necesaria de la velocidad entre la unidad maestra (10.1) y la unidad dependiente (10.2).
- 35 6. Estructura de regulador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** por lo menos una de las unidades de accionamiento (10.4) actúa tanto como unidad maestra de por lo menos una unidad de accionamiento adicional (10.3) como también como unidad dependiente de una unidad maestra superior (10.1).
- 40 7. Unidad de regulador de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** esta unidad de accionamiento (10.4) que sirve al mismo tiempo como unidad maestra y unidad dependiente presenta un regulador MMS (8.4) para la compensación con la unidad maestra superior (10.1).
8. Estructura de regulador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** excepto la unidad maestra superior (10.1) cada unidad de accionamiento (10.2, 10.3, 10.4) presenta un regulador MMS (8.2, 8.3, 8.4).

FIG. 1

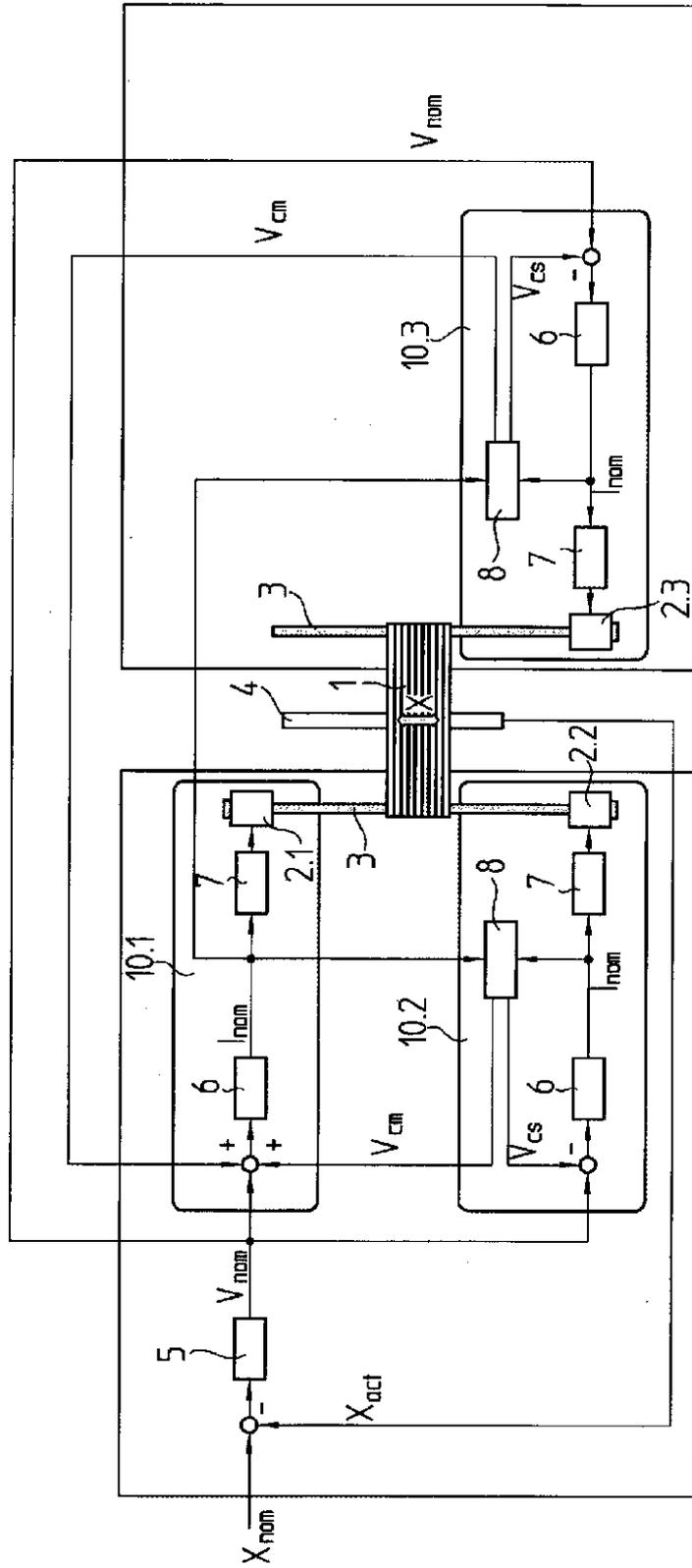


FIG. 3

