

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 300**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 12/413 (2006.01)

G05B 19/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2014 E 14193670 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 3024128**

54 Título: **Control modular de un accionamiento lineal con comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HESSENAUER, JÜRGEN;
JÄNTSCH, MICHAEL y
SPINDLER, CARSTEN**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 672 300 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).

CONTROL MODULAR DE UN ACCIONAMIENTO LINEAL CON COMUNICACIÓN

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención parte de un procedimiento de control para un accionamiento lineal,

- en el que varias secciones secuencialmente consecutivas del accionamiento lineal son controladas en cada caso por un equipo de control asociado a la respectiva sección,
- en el que convertidores controlados por el correspondiente equipo de control alimentan con corriente en cada caso una subsección individual de la respectiva sección y en su totalidad la respectiva sección,
- en el que los equipos de control prescriben en cada caso nuevos valores de consigna a los convertidores controlados por ellos.

10

15 La presente invención parte además de un programa de computadora, que incluye un código de máquina que puede procesarse mediante un equipo de control para una sección de un accionamiento lineal, provocando el procesamiento del código de máquina por parte del equipo de control que el equipo de control prescriba en cada caso nuevos valores de consigna a los convertidores controlados por él.

20 La presente invención parte además de un equipo de control para una sección de un accionamiento lineal, estando programado el equipo de control con un tal programa de computadora.

25 La presente invención parte además de un accionamiento lineal

- tal que el accionamiento lineal presenta varias secciones secuencialmente consecutivas, que son controladas en cada caso por un equipo de control asociado a la respectiva sección,
- tal que los equipos de control están configurados en cada caso como se acaba de describir,
- tal que los convertidores controlados por el respectivo equipo de control alimentan con corriente en cada caso una subsección individual de la sección del accionamiento lineal asociada al respectivo equipo de control y en su totalidad a la respectiva sección.

30

35 Por el documento DE 10 2008 008 602 A1 se conoce un sistema en el que cada sección lleva asociado un respectivo convertidor y el control del convertidor correspondiente. Los equipos de control asociados a secciones directamente contiguas pueden comunicar entre sí. En particular, para una transferencia de un elemento transportado de una sección a la siguiente sección, puede convertirse un equipo de control en master y el otro equipo de control en slave.

40 El sistema conocido por el documento DE 10 2008 008 602 A1 funciona bien y flexiblemente, pero exige un elevado coste. En particular es necesario proporcionar para cada sección del accionamiento lineal un equipo de control propio.

45 Por el estado de la técnica se conoce además la inclusión de una unidad de procesador común (controlador de motor = equipo de control) que calcula simultáneamente para varios convertidores asociados la tensión que han de emitir y puede prescribir la misma a los convertidores. Por lo general están reunidos el equipo de control y los convertidores controlados por el equipo de control formando un llamado controlador de motor múltiple. Tales controladores de motor múltiples pueden regular una pluralidad de ejes giratorios o lineales, llevando asociado al eje un convertidor. Un ejemplo de un tal controlador múltiple es el sistema SINAMICS S 120 comercializado por la entidad solicitante. La cantidad de ejes que pueden controlarse mediante el controlador de motor múltiple está limitada, por ejemplo en el sistema SINAMICS S 120 a 6 ejes.

50

55 Puede pensarse en controlar las secciones individuales de accionamientos lineales mediante tales controladores de motor múltiples para accionamientos giratorios. Pero en este caso la cantidad de secciones del accionamiento lineal que pueden controlarse independientemente entre sí queda limitada al mismo número. Si debe dividirse el accionamiento lineal en un cierto número de secciones que es mayor que dicho número, entonces se necesitan varios controladores de motor. La comunicación de los controladores múltiples no se realiza según el estado de la técnica directamente entre sí, sino mediante un equipo de control del orden superior. Una tal comunicación es por lo general bastante más lenta que una comunicación directa. En función de la posición en cada caso individual esto puede ser asumible, resultar un inconveniente o bien ser sencillamente inaceptable.

60

65 El objetivo de la presente invención consiste en lograr posibilidades mediante las cuales pueda regularse el accionamiento lineal muy dinámicamente de manera sencilla y económica, aunque exista una gran cantidad de secciones de un accionamiento lineal.

El objetivo se logra mediante un procedimiento de control para un accionamiento lineal con las características de la reivindicación 1. Ventajosas variantes de configuración del procedimiento de

control son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 9. De acuerdo con la invención, se configura un procedimiento de control de la clase citada al principio tal que

- 5 - el respectivo equipo de control controla en cada caso una pluralidad de convertidores y
- los equipos de control comunican con un cierto número de equipos de control que controlan otras secciones a través de las correspondientes interfaces peer-to-peer (de igual a igual) capaces de funcionar en tiempo real.

10 En muchos casos es suficiente que el correspondiente equipo de control esté conectado a través de sus respectivas interfaces peer-to-peer con los equipos de control que controlan en cada caso secciones directamente contiguas. En este caso la cantidad de equipos de control con los que está conectado el correspondiente equipo de control es de 1 ó 2. En particular es en este caso la cantidad 1 para ambos equipos de control dispuestos en los extremos y 2 para los otros equipos de control. En una variante de configuración preferida, están reunidos el correspondiente equipo de control y los
15 convertidores controlados por el mismo formando un grupo de módulos dispuestos uno junto a otro. De esta manera resulta una estructura especialmente compacta.

20 Por lo general prescriben los equipos de control los valores de consigna a los convertidores con un ciclo del regulador de corriente. Además comunican los equipos de control entre sí a través de las interfaces peer-to-peer en un ciclo de comunicación. Con preferencia es el ciclo de comunicación igual al ciclo del regulador de corriente o bien es un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente.

25 Los equipos de control pueden además comunicar a través de otra respectiva interfaz con un equipo de control de orden superior. Esta comunicación se realiza en un ciclo de control, pero siendo el ciclo de control mayor que el ciclo de comunicación. Mediante esta variante de configuración puede lograrse en particular una dinámica bastante mayor que con el ciclo de control. La mayoría de las veces es el ciclo de control incluso mucho mayor. En particular es el cociente entre el ciclo de control y el ciclo de comunicación por lo general una potencia de dos ($= 2^m$), teniendo el exponente m valores de 2, 3, 4, 5 ó 6. El exponente m puede también presentar un valor aún superior, por ejemplo
30 8, 9 ó 10.

35 Con preferencia funcionan las interfaces peer-to-peer con física Ethernet. Esta variante de configuración puede realizarse de manera especialmente sencilla y económica.

40 Los equipos de control pueden encontrarse temporal o permanentemente en una relación master-slave entre sí. Es posible que una tal relación master-slave la fije el equipo de control superior. No obstante, con preferencia se encuentran los equipos de control, debido a la comunicación de los equipos de control entre sí, temporalmente en una relación master-slave. Esto es así en particular cuando existe la relación master-slave entre dos equipos de control que controlan secciones directamente contiguas. Mediante esta variante de configuración puede realizarse en particular una transferencia de un elemento a transportar desde una sección hasta una sección contigua de manera sencilla y muy dinámica.

45 Tal como ya se ha mencionado, es posible que la relación master-slave exista permanentemente. Pero con preferencia se establece la relación master-slave sólo cuando es necesario. Por lo tanto con preferencia está previsto que se establezca la relación master-slave cuando un elemento a transportar mediante el accionamiento lineal se transporta desde una de ambas secciones directamente contiguas a la otra de ambas secciones directamente contiguas y que la relación master-slave se mantenga hasta que el elemento a transportar se ha transportado desde una de ambas secciones directamente contiguas a la
50 otra de ambas secciones directamente contiguas. A continuación se elimina la relación master-slave con preferencia tan pronto como sea posible. Por lo tanto la relación master-slave se establece sólo para el período de tiempo en el que se realiza la transferencia del elemento a transportar desde una sección hasta la otra sección.

55 Con preferencia aquel equipo de control desde cuya sección se transporta el elemento a transportar hasta la sección directamente contigua se declara como master para el equipo de control de aquella sección a la que se transporta el elemento a transportar. El otro equipo de control es por lo tanto el slave. Esta configuración simplifica el transporte del elemento a transportar.

60 Con preferencia se transportan y posicionan mediante el accionamiento lineal portadores de piezas.

65 El objetivo se logra además mediante un programa de computadora con las características de la reivindicación 10. Ventajosas variantes de configuración del programa de computadora son objeto de las reivindicaciones dependientes 11, 12 y 13. De acuerdo con la invención se configura un programa de computadora de la clase citada al principio tal que el procesamiento del código de máquina mediante el equipo de control provoca adicionalmente que el equipo de control controle una pluralidad de convertidores y comunique a través de un cierto número de interfaces peer-to-peer capaces de funcionar en tiempo real con un cierto número de otros equipos de control.

Con preferencia provoca el procesamiento del programa de computadora mediante el equipo de control también que el equipo de control

- 5 – prescriba los valores de consigna en un ciclo del regulador de corriente a los convertidores controlados por el mismo y comunique a través de interfaces peer-to-peer con un cierto número de otros equipos de control en un ciclo de comunicación, siendo el ciclo de comunicación igual al ciclo del regulador de corriente o bien siendo un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente,
- 10 – dado el caso comunique también a través de otra interfaz con un equipo de control de orden superior en un ciclo de control, siendo el ciclo de control mayor que el ciclo de comunicación y/o
- en base a la comunicación con uno de los otros equipos de control, se encuentre temporalmente con este equipo de control en una relación master-slave.

15 El objetivo se logra además mediante un equipo de control con las características de la reivindicación 14. Ventajosas variantes de configuración del equipo de control son objeto de las reivindicaciones dependientes 15 y 16. De acuerdo con la invención, se caracteriza un equipo de control de la clase citada el principio porque

- el equipo de control presenta un cierto número de interfaces peer-to-peer capaces de funcionar en tiempo real y
- 20 – el equipo de control está programado con un programa de computadora de acuerdo con la invención.

25 Con preferencia están reunidos el equipo de control y los convertidores controlados por el mismo formando un grupo de módulos dispuestos directamente contiguos. Además funcionan las interfaces peer-to-peer con preferencia con física de Ethernet. El objetivo se logra además mediante un accionamiento lineal con las características de la reivindicación 17. De acuerdo con la invención, se caracteriza un accionamiento lineal de la clase citada al principio

- porque los equipos de control están configurados de acuerdo con la invención y
- 30 – porque los equipos de control están conectados a través de sus interfaces peer-to-peer en cada caso con un cierto número de equipos de control que controlan otras secciones.

En el caso de que el programa de computadora esté configurado correspondientemente, con preferencia - análogamente a en el procedimiento de control - la relación master-slave

- 35 – se establece cuando un elemento a transportar mediante el accionamiento lineal se transporta desde una de dos secciones inmediatamente contiguas a la otra de ambas secciones inmediatamente contiguas y
- se mantiene hasta que el elemento a transportar se ha transportado desde una de ambas secciones directamente contiguas hasta la otra de ambas secciones directamente contiguas.

40 También se declara con preferencia aquel equipo de control desde cuya sección se transporta el elemento a transportar hasta la sección directamente contigua como master para el equipo de control de aquella sección a la que se transporta el elemento a transportar.

Con preferencia está configurado el elemento a transportar como portador de piezas para transportar y posicionar piezas.

45 Las características, particularidades y ventajas de esta invención antes descritas, así como la forma como se alcanzan las mismas, se entenderán de forma más clara y explícita en relación con la siguiente descripción de los ejemplos de realización, que se describirán más en detalle en relación con los dibujos. Al respecto muestran, en representación esquemática:

- 50 figura 1 un accionamiento lineal,
 figura 2 un equipo de control,
 figura 3 un diagrama secuencial,
 figura 4 un grupo de módulos y
 figura 5 un diagrama secuencial.

55 Según la figura 1 presenta un accionamiento lineal, o con más exactitud la parte fija del accionamiento lineal o bien la parte primaria del accionamiento lineal, varias secciones 1. Las secciones 1 siguen secuencialmente una a otra. Cada sección 1 presenta varias subsecciones 2. Cada subsección 2 se alimenta con la corriente I desde un convertidor 3. Los convertidores 3 de cada sección 1 llevan asociado el respectivo equipo de control 4. El respectivo equipo de control 4 controla los convertidores 3 de la correspondiente sección 1 y por lo tanto la correspondiente sección 1. Según la figura 1 controla cada equipo de control 4 cuatro convertidores 3. No obstante esta representación se indica sólo a modo de ejemplo. Por un lado es posible que los equipos de control 4 controlen un número mayor o menor de

60

convertidores 3. Por otro lado es posible que la cantidad de convertidores 3 controlados varíe de un equipo de control 4 a otro equipo de control 4.

5 Los equipos de control 4 presentan en cada caso al menos una interfaz peer-to-peer 5 capaz de funcionar en tiempo real. Por lo general presentan los equipos de control 4 en cada caso al menos dos interfaces 5 peer-to-peer capaces de funcionar en tiempo real. Los equipos de control pueden presentar también más de dos interfaces peer-to-peer capaces de funcionar en tiempo real. Mediante las interfaces peer-to-peer 5 está conectado cada equipo de control 5 con un cierto número de equipos de control 4 que controlan otras secciones 1. Por lo general está conectado cada equipo de control 4 con los dos equipos de control 4 que controlan la sección 1 inmediatamente anterior y la sección 1 inmediatamente posterior a la que controla el correspondiente equipo de control 4. Las interfaces peer-to-peer 5 pueden funcionar por ejemplo, según la representación de la figura 2, con física de Ethernet. Una posible variante de configuración de tales interfaces se describe por ejemplo en el documento US 2002/ 0 037 007 A1.

15 Los equipos de control 4 están programados con un programa de computadora 6, tal como se representa en la figura 1 sólo para uno de los equipos de control 4. El programa de computadora 6 puede llevarse a los equipos de control 4 por ejemplo mediante un soporte de datos 7. El programa de computadora 6 incluye un código de máquina 8, que puede procesarse mediante el correspondiente equipo de control 4. El procesamiento del código de máquina 8 provoca que el correspondiente equipo de control 4 ejecute un procedimiento de control para el accionamiento lineal, que a continuación se describirá más en detalle en relación con la figura 3.

25 La representación de la figura 3 se refiere a uno de los equipos de control 4 representado en la figura 1. Para los otros equipos de control 4 son válidas indicaciones análogas.

Según la figura 3 comunica el equipo de control 4 en una etapa S1 con ambos equipos de control 4 que controlan ambas secciones 1 contiguas, en cada caso mediante (al menos) un telegrama T1, T2. El telegrama T1 se refiere a la comunicación desde y hacia el equipo de control 4 en relación con la sección 1 antepuesta y el telegrama T2 a la comunicación desde y hacia el equipo de control 4 en relación con la sección 1 que va a continuación. Cuando el equipo de control 4 comunica con más de otros dos equipos de control 4, se intercambian en la etapa S1 telegramas también con estos equipos de control 4. Cuando el equipo de control 4 comunica sólo con otro único equipo de control 4, no existe el telegrama T2.

35 En un etapa S2 determina el equipo de control 4 para el convertidor 3 que controla - individualmente para el correspondiente convertidor 3 - su correspondiente valor de consigna I*. En una etapa S3 prescribe el equipo de control 4 el correspondiente valor de consigna I* al respectivo convertidor 3 por él controlado. El correspondiente convertidor 3 alimenta entonces la correspondiente subsección 2 con la corriente I respectiva. Como resultado alimentan los convertidores 3 controlados por el respectivo equipo de control 4 de esta manera la respectiva sección 1 con corriente I.

40 Las etapas S1 a S3 están integradas, según la representación de la figura 2, en un bucle. En particular se procesa el bucle mediante el equipo de control 4 con un ciclo del regulador de corriente. El ciclo del regulador de corriente se encuentra usualmente en la gama de entre 31,25 μ s y 250 μ s, pero también es posible otro ciclo del regulador de corriente. Según la figura 2, se realiza en el ciclo del regulador de corriente no sólo la determinación de los valores de consigna de la corriente I* y su prescripción al convertidor 3, sino también la comunicación de los equipos de control 4 entre sí. Según la figura 2, un ciclo de comunicación en el que se realiza la comunicación del equipo de control 4 mediante los telegramas T1, T2 es por lo tanto igual al ciclo del regulador de corriente. Alternativamente podría realizarse la comunicación del equipo de control 4 a través de los telegramas T1, T2 también en un ciclo de comunicación que es un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente, por ejemplo 2^k veces, siendo k un valor relativamente bajo, por ejemplo 1, 2, 3, 4 ó 5.

55 En muchos casos existe, según la representación de la figura 1, adicionalmente a los equipos de control 4 un equipo de control de orden superior 9. En este caso presentan los equipos de control 4 una interfaz adicional 10 correspondiente, a través de la cual comunican los mismos con el equipo de control de orden superior 9. La otra interfaz 10 puede funcionar con física de Ethernet, análogamente a las interfaces peer-to-peer 5.

60 La comunicación con el equipo de control de orden superior 9 no se realiza en el ciclo del regulador de corriente, ni tampoco en el ciclo de comunicación, sino en un ciclo de control. El ciclo de control es por lo general bastante mayor que el ciclo de comunicación, en particular al menos el doble. Por ejemplo puede encontrarse el ciclo de control en la gama de entre 0,5 ms y 16 ms.

65 En este caso puede estar complementado por ejemplo el bucle compuesto por las etapas S1 a S3 con las etapas S6 y S7. En la etapa S6 incrementa el equipo de control 4 un índice i. En la etapa S7 comprueba el equipo de control 4 si el índice i ha alcanzado un valor final n. Si no es éste el caso, retrocede el equipo de control 4 directamente hasta la etapa S1. Caso contrario, retrocede en el equipo de control 4 a través de las etapas S8 y S9 hasta la etapa S1. En la etapa S8 repone el equipo de control 4 el índice i al valor

0. En la etapa S9 se realiza la comunicación con el equipo de control de orden superior 9, en particular mediante los correspondientes telegramas T.

5 El valor final n viene determinado por la relación V entre el ciclo de control y el ciclo del regulador de corriente. Cuando por ejemplo el ciclo de control es ocho veces el ciclo del regulador de corriente, presenta el valor final n , según la representación de la figura 2, el valor 8. El ciclo de comunicación es en este caso por ejemplo bien igual al ciclo del regulador de corriente, igual al doble del ciclo del regulador de corriente o igual a cuatro veces el ciclo del regulador de corriente. Por el contrario no es igual a ocho veces el ciclo del regulador de corriente o superior.

10 En muchos casos están reunidos el correspondiente equipo de control 4 y el convertidor 3 por él controlado formando un grupo. Adicionalmente existe a menudo una fuente de alimentación 11, que igualmente es parte integrante del correspondiente grupo. La fuente de alimentación 11 convierte en este caso una alimentación de tensión en una tensión de circuito intermedio, con la que se alimentan los convertidores 3. El equipo de control 4, los convertidores 3 y si existe la fuente de alimentación 11, están configurados a menudo como módulos M de forma esencialmente paralelepípedica. Los módulos M están dispuestos, según la representación de la figura 4, a menudo directamente uno junto otro. Por lo tanto, los mismos limitan uno con otro. La mayoría de las veces están unidos entre sí los módulos M mediante un bus de la pared posterior R. Mediante el bus de la pared posterior R se realiza por un lado, mediante la fuente de alimentación 11, la alimentación con energía del equipo de control 4 y de los convertidores 3. Por otro lado, puede realizarse a través del bus de la pared posterior R la comunicación entre el equipo de control 4 y los convertidores 3. No obstante, son posibles también otras variantes de configuración, por ejemplo una comunicación a través de interfaces dispuestas en el lado frontal de los módulos M. La conexión hacia el exterior, es decir, la acometida de una alimentación hacia la fuente de alimentación 11, la cesión de las corrientes I mediante los convertidores 3 y la comunicación del equipo de control 5 a través de las interfaces peer-to-peer 5 y la otra interfaz 10, se realizan por lo general en el lado frontal. Para ceder las corrientes I presentan los convertidores 3 a menudo conexiones multipolares A prefabricadas.

30 Por lo general pueden operar las unidades de control 4 las secciones 1 controladas por ellas con independencia entre sí. Esto es válido también cuando un elemento 12 transportado y/o posicionado mediante el accionamiento lineal - por ejemplo un portaherramientas para transportar y posicionar piezas 13 - se transporta dentro de la correspondiente sección 1 de una sección parcial 2 a otra sección parcial 2, ya que dentro de la correspondiente sección 1 dispone el correspondiente equipo de control 4 de todas las informaciones necesarias para determinar los valores de consigna de la corriente I^* . No obstante, cuando el elemento 12 se transporta desde la última subsección 2 de una sección 1 a la primera subsección 2 de la sección 1 contigua, deben coordinar correspondientemente ambos equipos de control 4 participantes el control de los correspondientes convertidores 3. Para este fin se procede con preferencia tal como se describirá a continuación en relación con la figura 5. La figura 5 es una posible variante de configuración de las etapas S1 a S3 de la figura 3.

45 En el marco un de las explicaciones relativas a la figura 5, se supone que el elemento 12 se transporta de izquierda a derecha, según la flecha 14 de la figura 1. Además se describe el funcionamiento del segundo equipo de control 4 por la izquierda de la figura 1. Para un transporte de derecha a izquierda y para los otros equipos de control 4, rigen análogas explicaciones. Para abreviar, se siguen denominando la sección izquierda 1 y el correspondiente equipo de control 4 de la figura 1 a continuación sección anterior y equipo de control anterior. Para esta sección y este equipo de control se utilizan las referencias 1a y 4a. De manera análoga se denominan a continuación la segunda sección 1 de la derecha y el correspondiente equipo de control 4 en la figura 1, sección posterior y equipo de control posterior. Para esta sección y este equipo de control se utilizan las referencias 1c y 4c. La segunda sección 1 desde la izquierda y el correspondiente equipo de control 4, se denominarán a continuación sección central y equipo de control central. Para esta sección y este equipo de control se utilizan las referencias 1b y 4b.

55 En la figura 5 se ha sustituido la etapa S2 de la figura 3 por las etapas S11 a S13. En la etapa S11 comprueba el equipo de control central 4b en base al telegrama T1 que el mismo ha recibido del equipo de control anterior 4a, si el mismo se encuentra con el equipo de control anterior 4a en una relación master-slave. Aquí es dado el caso el equipo de control central 4b el slave.

60 Cuando el equipo de control central 4b no es un slave del equipo de control anterior 4a, pasa el equipo de control central 4b a la etapa S12. En la etapa S12 determina el equipo de control central 4b - al igual que en la etapa S2 - para el convertidor 3 controlado por el mismo, su correspondiente valor de consigna de la corriente I^* . Cuando por el contrario el equipo de control central 4b es un slave del equipo de control anterior 4a, pasa el equipo de control central 4b a la etapa S13. En la etapa S13 determina el equipo de control central 4b igualmente para los convertidores 3 que el mismo controla, su correspondiente valor de consigna de la corriente I^* . Contrariamente a la etapa S12, tiene en cuenta no obstante el equipo de control central 4 en el marco de la etapa S13 prescripciones del equipo de control anterior 4a, que ha transmitido las mismas al equipo de control central 4b en el telegrama T1. Estas prescripciones pueden

incluir en particular una información de fase. Caso necesario, pueden incluir las prescripciones otras informaciones.

5 Además determina el equipo de control central 4b en una etapa S14 si se encuentra el elemento 12 y dado el caso en qué posición se encuentra. En una etapa S15 comprueba el equipo de control central 4b si el elemento 12 se encuentra en una zona de transferencia predefinida hacia la sección posterior 1c. Señalemos de nuevo que en el marco de la figura 5 se presupone que el elemento 12 se mueve de izquierda a derecha.

10 Cuando el elemento 12 se encuentra en la zona de transferencia, es decir, ciertamente por un lado se encuentra (al menos parcialmente) dentro de la sección central 1b, pero ha llegado al menos suficientemente próximo a la sección posterior 1c, eventualmente incluso ha entrado parcialmente en la misma, pasa el equipo de control central 1b a una etapa S16. En la etapa S16 se declara el equipo de control central 4b como master para el equipo de control posterior 4c. En particular determina el equipo de control central 4b en el marco de la etapa S16 el telegrama T2 al equipo de control posterior 4c tal que el mismo detecta que es slave del equipo de control central 4b. Por ejemplo puede colocar el equipo de control central 4b en el telegrama T2 a transmitir al equipo de control posterior 4c un señalizador (flag). Además implementa el equipo de control central 4b en el telegrama T2 al equipo de control posterior 4c las prescripciones que debe tener en cuenta el equipo de control posterior 4c. Por ejemplo puede insertar el equipo de control central 4b en el telegrama T2 una información de fase y eventualmente otras informaciones. El correspondiente telegrama T2 se transmite en la siguiente realización de la etapa S1 de la figura 5 al equipo de control posterior 4c.

25 Tal como ya se ha mencionado, rigen para un transporte de derecha a izquierda y para los otros equipos de control 4 indicaciones análogas. Mediante la forma de proceder antes descrita, se logra por lo tanto que aquel equipo de control 4 desde cuya sección 1 se transporta el elemento 12 a transportar a la sección 1 directamente contigua, se declare como master para el equipo de control 4 de aquella sección 1 a la que se transporta el elemento 12 a transportar. Además se logra que debido a la comunicación de los equipos de control 4 entre sí, aquellos equipos de control 4 que controlan dos secciones 1 directamente contiguas, se encuentren temporalmente en una relación master-slave. En particular se establece la relación master-slave cuando un elemento 12 a transportar mediante el accionamiento lineal se transporta desde una de ambas secciones 1 directamente contiguas a la otra de ambas secciones 1 directamente contiguas. La relación master-slave permanece no obstante tanto tiempo como sea necesario. La misma se mantiene por lo tanto hasta que el elemento 12 a transportar se ha transportado desde una de ambas secciones 1 directamente contiguas a la otra de ambas secciones 1 directamente contiguas. A continuación se elimina de nuevo la relación master-slave. No obstante, tal como ya se ha mencionado son posibles también otras determinaciones de una relación master-slave. Por ejemplo puede persistir permanentemente en determinadas condiciones una relación master-slave. También puede prescribir una relación master-slave el equipo de control de orden superior 9 y dado el caso también eliminarla de nuevo. También puede eliminarse de nuevo una relación master-slave en un momento posterior, es decir, no tan pronto como sea posible.

45 Por lo general se utiliza la presente invención en un accionamiento lineal "auténtico", es decir, en un accionamiento lineal que presenta dos secciones extremas, que limitan en cada caso con otra única sección. Cuando el accionamiento lineal presenta en total más de dos secciones 1, siguen existiendo adicionalmente otras secciones 1 adicionales, que limitan en cada caso con otras dos secciones 1. No obstante, la presente invención puede utilizarse también en un accionamiento lineal "no auténtico". En un accionamiento lineal "no auténtico", están curvadas las secciones 1 con forma circular y constituyen en conjunto un círculo, que a su vez constituye el estator de una máquina eléctrica giratoria. El elemento 12 transportado o bien posicionado es en este caso el rotor de la máquina eléctrica. En un tal caso es por lo general uno de los equipos de control 4 permanentemente el master de todos los otros equipos de control 4. El master está conectado en este caso por lo general en forma de estrella con los otros equipos de control 4, todos los cuales son slave.

55 Resumiendo, se refiere la presente invención por lo tanto a la siguiente realidad:

60 Varias secciones 1 secuencialmente consecutivas de un accionamiento lineal se controlan en cada caso mediante un equipo de control 4 asociado a la correspondiente sección 1. Los convertidores 3 controlados por el correspondiente equipo de control 4 alimentan con corriente I en cada caso individualmente una subsección 2 de la correspondiente sección 1 y en su totalidad la correspondiente sección 1. Los equipos de control 4 prescriben a los convertidores 3 controlados por los mismos en cada caso nuevos valores de consigna I*. El correspondiente equipo de control 4 controla en cada caso una pluralidad de convertidores 3. Los equipos de control 4 comunican con un cierto número de equipos de control 4 que controlan un cierto número de otras secciones 1 a través de las correspondientes interfaces peer-to-peer 5 que pueden funcionar en tiempo real.

La presente invención presenta muchas ventajas. En particular es posible de manera sencilla y económica realizar económicamente también un accionamiento lineal que se extiende por una longitud

mayor, siendo posible no obstante un control muy dinámico de todas las secciones 1 y todas las subsecciones 2. El sistema de control puede escalarse según necesidades. Un controlador master superpuesto (= equipo de control de orden superior 9) ciertamente puede existir, pero no es necesario.

- 5 Aún cuando la invención se ha ilustrado y descrito más en detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no queda limitada por los ejemplos dados a conocer y el especialista puede deducir a partir de ello otras variaciones sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control para un accionamiento lineal,
- en el que varias secciones (1) secuencialmente consecutivas del accionamiento lineal son controladas en cada caso por un equipo de control (4) asociado a la respectiva sección (1),
 - en el que convertidores (3) controlados por el correspondiente equipo de control (4) alimentan con corriente (I) en cada caso una subsección (2) individual de la respectiva
 - 10 sección (1) y en su totalidad la respectiva sección (1),
 - en el que los equipos de control (4) prescriben en cada caso nuevos valores de consigna (I*) a los convertidores (3) controlados por ellos,
 - el respectivo equipo de control (4) controla en cada caso un conjunto de convertidores (3) de
 - 15 la correspondiente sección (1),
- caracterizado porque**
- los equipos de control (4) comunican con un cierto número de equipos de control (4) que controlan otras secciones (1) a través de las correspondientes interfaces peer-to-peer (5) capaces de funcionar en tiempo real y
 - 20 – los equipos de control (4) prescriben los valores de consigna (I*) a los convertidores (3) controlados por ellos en un ciclo del regulador de corriente, porque los equipos de control (4) comunican entre sí a través de las interfaces peer-to-peer (5) en un ciclo de comunicación y porque el ciclo de comunicación es igual al ciclo del regulador de corriente o bien es un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente.
- 25
2. Procedimiento de control de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado porque** el correspondiente equipo de control (4) está conectado a través de sus respectivas interfaces peer-to-peer (5) con los equipos de control (4) que controlan en cada caso las secciones (1) directamente contiguas.
- 30
3. Procedimiento de control de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2,
- caracterizado porque** el correspondiente equipo de control (4) y los convertidores (3) controlados por ellos están reunidos formando un grupo de módulos (M) dispuestos uno junto a otro.
- 35
4. Procedimiento de control de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado porque** los equipos de control (4) comunican a través de otra respectiva interfaz (10) con un equipo de control de orden superior (9) en un ciclo de control y porque el ciclo de control es mayor que el ciclo de comunicación.
- 40
5. Procedimiento de control de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque** las interfaces peer-to-peer (5) funcionan con física Ethernet.
- 45
6. Procedimiento de control de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque** debido a la comunicación de los equipos de control (4) entre sí, dos equipos de control (4) que controlan secciones (1) directamente contiguas se encuentran temporalmente en una relación master-slave.
- 50
7. Procedimiento de control de acuerdo con la reivindicación 6,
- caracterizado porque** se establece la relación master-slave cuando un elemento (12) a transportar mediante el accionamiento lineal se transporta desde una de ambas secciones (1) directamente contiguas a la otra de ambas secciones (1) directamente contiguas y porque la relación master-slave se mantiene hasta que el elemento (12) a transportar se ha transportado desde una de ambas secciones (1) directamente contiguas a la otra de ambas secciones (1) directamente contiguas.
- 55
8. Procedimiento de control de acuerdo con la reivindicación 7,
- caracterizado porque** aquel equipo de control (4) desde cuya sección (1) se transporta el elemento a transportar (12) hasta la sección (1) directamente contigua, se declara como master para el equipo de control (4) de aquella sección (1) a la que se transporta el elemento (12) a transportar.
- 60
9. Procedimiento de control de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque** mediante el accionamiento lineal se transportan y posicionan portadores de piezas (12).
- 65
10. Programa de computadora que incluye un código de máquina (8) que puede procesarse mediante un equipo de control (4) para una sección (1) de un accionamiento lineal, provocando el procesamiento del código de máquina (8) mediante el equipo de control (4) que el equipo de control (4) prescriba a los convertidores (3) por él controlados en cada caso nuevos valores de consigna (I*), controle una

- 5 pluralidad de convertidores (3) de la correspondiente sección y comunique a través de un cierto número de interfaces peer-to-peer (5) capaces de funcionar en tiempo real con un cierto número de otros equipos de control (4), prescribiendo los equipos de control (4) los valores de consigna (I*) a los convertidores (3) controlados por ellos en un ciclo del regulador de corriente, comunicando los equipos de control (4) entre sí a través de las interfaces peer-to-peer (5) en un ciclo de comunicación y siendo el ciclo de comunicación igual al ciclo del regulador de corriente o siendo un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente.
- 10 11. Programa de computadora de acuerdo con la reivindicación 10,
caracterizado porque el procesamiento del código de máquina (8) mediante el equipo de control (4) provoca que el equipo de control (4) prescriba a los convertidores (3) por él controlados los valores de consigna (I*) en un ciclo del regulador de corriente, comunicando el equipo de control (4) a través de las interfaces peer-to-peer (5) en un ciclo de comunicación con el conjunto de los otros equipos de control (4) y siendo el ciclo de comunicación igual al ciclo del regulador de corriente o siendo un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente.
- 15 12. Programa de computadora de acuerdo con la reivindicación 11,
caracterizado porque el procesamiento del código de máquina (8) mediante el equipo de control (4) provoca que el equipo de control (4) comunique a través de otra interfaz (10) con un equipo de control de orden superior (9) en un ciclo de control, siendo el ciclo de control mayor que el ciclo de comunicación.
- 20 13. Programa de computadora de acuerdo con la reivindicación 10, 11 ó 12,
caracterizado porque el procesamiento del código de máquina (8) mediante el equipo de control (4) provoca que el equipo de control (4), debido a la comunicación con uno de los otros equipos de control (4), se encuentre temporalmente en una relación master-slave con este equipo de comunicación (4).
- 25 14. Equipo de control para una sección (1) de un accionamiento lineal,
 - en el que la alimentación con corriente (I) mediante el conjunto de convertidores (3) controlada por el equipo de control (4) se realiza individualmente en cada caso en una subsección de la correspondiente sección y en su totalidad a la respectiva sección,
 - en el que la prescripción de los respectivos nuevos valores de consigna (I*) la realiza el equipo de control (4) a los convertidores controlados por el mismo,
- 30 **caracterizado porque**
 - el control del respectivo conjunto de convertidores (3) de la correspondiente sección lo realiza el equipo de control (4),
 - la comunicación del equipo de control (4) con un conjunto de equipos de control que controlan otras secciones se realiza a través de interfaces peer-to-peer (5) capaces de funcionar en tiempo real;
- 35 -la prescripción de los valores de consigna (I*) mediante el equipo de control (4) a los equipos de control de otras secciones a través de la interfaz peer-to-peer (5) capaz de funcionar en tiempo real se realiza en un ciclo del regulador de corriente a los convertidores controlados de la correspondiente sección en un ciclo de comunicación, que es igual al ciclo del regulador de corriente o bien es un múltiplo entero del ciclo del regulador de corriente.
- 40 45 15. Equipo de control de acuerdo con la reivindicación 14,
caracterizado porque el equipo de control y los convertidores (3) controlados por el mismo están reunidos formando un grupo de módulos (M) dispuestos uno junto a otro.
- 50 16. Equipo de control de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15,
caracterizado porque las interfaces peer-to-peer (5) funcionan con física de Ethernet.
- 55 17. Accionamiento lineal
 -tal que el accionamiento lineal presenta varias secciones (1) secuencialmente consecutivas, que son controladas en cada caso por un equipo de control (4) asociado a la respectiva sección (1),
 -tal que los convertidores (3) controlados por el respectivo equipo de control (4) alimentan con corriente (I) en cada caso una subsección (2) individual de la sección (1) del accionamiento lineal asociada al respectivo equipo de control (4) y en su totalidad a la respectiva sección (4),
- 60 **caracterizado porque**
 - los equipos de control (4) están configurados en cada caso de acuerdo con una de las reivindicaciones 14, 15 ó 16 y
 - los equipos de control (4) están conectados a través de sus interfaces peer-to-peer (5) en cada caso con un cierto número de otros equipos de control (4) que controlan otras secciones.
- 65

FIG 2

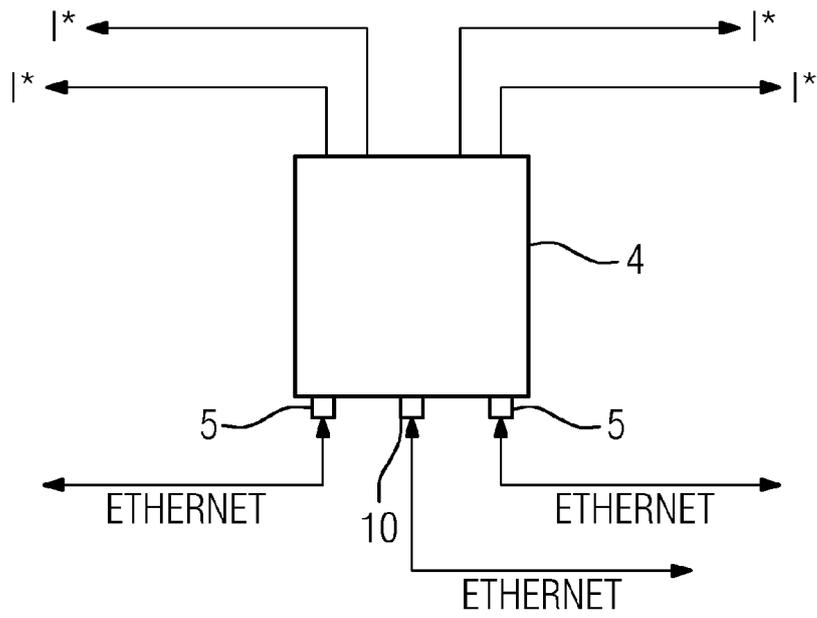


FIG 3

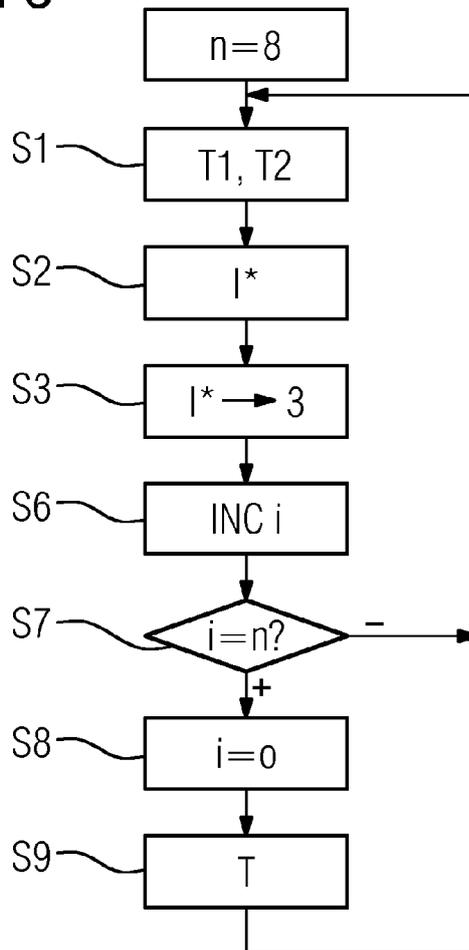


FIG 4

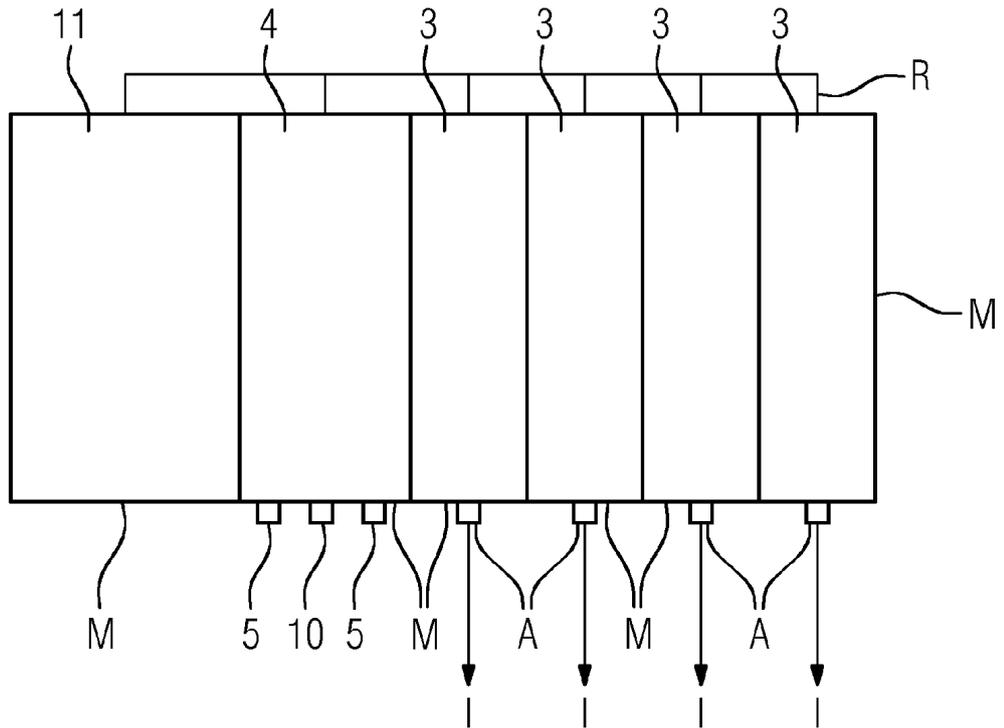


FIG 5

