

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 471**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

G05B 19/414 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2005 E 05026356 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 1699203**

54 Título: **Aparato de control numérico modular**

30 Prioridad:

03.03.2005 DE 102005009707

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

13.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ZEHENTNER, GEORG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 712 471 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).

DESCRIPCION

Aparato de control numérico modular

5 La invención se refiere a un aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 1. En un aparato de control numérico modular de este tipo, se pueden transmitir informaciones relevantes para la seguridad de una manera fiable a través de interfaces en serie.

10 Los aparatos de control numérico (numeral control; NC) se emplean en una medida predominante para el control de máquinas herramientas y se pueden dividir esencialmente en dos unidades funcionales, un ordenador principal y al menos una unidad de regulación.

15 El ordenador principal proporciona las interfases de usuario necesarias para el manejo del NC como teclado y monitor y sirve para la creación, registro y ejecución de programas. En las unidades de regulación se encuentran circuitos de regulación, que sirven para el control de módulos convertidores, que activar de nuevo motores. Además, las unidades de regulación comprenden interfaces digitales y/o analógicas para el registro de valores reales, que se necesitan durante un ciclo del programa continuamente para el control de los circuitos de regulación. En los valores reales a registrar se puede tratar, por ejemplo, de valores de posición (valores de situación), valores de la velocidad, valores de la aceleración o también de valores de la corriente. De la misma manera que el ordenador principal, también las unidades de regulación están controladas por microprocesador.

20 Con frecuencia existe el deseado de disponer el ordenador principal y las unidades de regulación de manera separadas en el espacio. De este modo es conveniente agrupar el ordenador principal junto con el teclado y el monitor en una carcasa para crear una interfaz de usuario, que se pueda emplazar de una manera óptima desde puntos de vista ergonómicos para el usuario. De la misma manera es deseable disponer las unidades de regulación cerca de los convertidores para garantizar una calidad óptima de las señales de control moduladas en la anchura del pulso.

25 Para la transmisión de datos entre unidades separadas en el espacio se ofrecen interfaces en serie, puesto que aquí sólo se pueden emplear cables con pocos hilos, que son muy económicos y fáciles de manipular en comparación con cables para la transmisión de datos a través de interfaces paralelas.

30 También se puede considerar problemática en una arquitectura del sistema de este tipo la transmisión de informaciones relevantes para la seguridad, puesto que las unidades controladas por microprocesador determinan qué datos son transmitidos a través de la interfaz en serie. Por lo tanto, en el caso de una función errónea de una unidad controlada por microprocesador, provocada, por ejemplo, a través de una caída del programa o a través de influencias externas (por ejemplo, oscilaciones de la tensión de funcionamiento, recalentamiento de módulos), puede suceder que no se transmitan las informaciones relevantes para la seguridad. Especialmente en el caso de una desconexión de emergencia condicionada por la seguridad, puede tener consecuencias peligrosas que se extienden desde daños materiales en la máquina herramienta hasta la amenaza del cuerpo y de la vida del personal de manejo.

35 El documento US 5.274.311 describe un sistema de control de motor modular, que está constituido por un módulo de control del motor, un módulo de entrada/salida y un módulo procesador, que se comunican entre sí a través de una interfaz diferencial de dos hilos. Para la transmisión segura de una señal de desconexión está prevista una línea separada, que está guiada paralelamente a la interfaz de dos hilos hacia todos los módulos. De esta manera se garantiza una desconexión segura también en el caso de fallo de la transmisión de datos a través de la interfaz de dos hilos.

40 Los inconvenientes de esta solución son, por una parte, que se necesita una línea adicional, por otra parte que a través de la línea adicional sólo se puede transmitir una señal dedicada.

45 El documento WO00/79352A2 describe un sistema de automatización relacionado con la seguridad, que está constituido por varios módulos, que están conectados entre sí para la transmisión a través de un bus. Un analizador de seguridad para la ejecución de funciones relacionadas con la seguridad está conectado de la misma manera en el bus. Escucha el flujo de datos a través del bus al mismo tiempo y verifica y/o procesa datos relacionados con la seguridad en la corriente de datos del bus.

50 Aquí es un inconveniente en el caso de un fallo del módulo, que genera la corriente de datos no es posible ya una verificación y/o procesamiento de datos relacionados con la seguridad.

60 Por lo tanto, el problema de la invención es indicar un aparato de control numérico modular, que permite una transmisión segura de informaciones relevantes para la seguridad a través de interfases en serie, sin que deban emplearse para ello líneas adicionales.

Este cometido se soluciona a través de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 1. Los detalles ventajosos del aparato de control numérico modular se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

5 Se propone un aparato de control numérico modular, que está constituido por al menos dos módulos, que contienen en cada caso una unidad de microprocesador y están conectados entre sí a través de canales de transmisión de datos para la transmisión de informaciones en forma de paquetes de datos. En al menos un módulo está prevista una unidad de generación de paquetes de datos para la generación de paquetes de datos y para la transmisión de paquetes de datos hacia al menos otro módulo. En este caso, la unidad de generación de paquetes de datos trabaja de una manera independiente de la función de la unidad de microprocesador. Además, en al menos un módulo está prevista una unidad de procesamiento de paquetes de datos, con la que se pueden procesar paquetes de datos de la misma manera de forma independiente de la función de la unidad de microprocesador y/o se pueden transmitir hacia al menos otro módulo. Los paquetes de datos contienen el estado de al menos una señal de seguridad.

10
15 Otras ventajas así como detalles de la presente invención se deducen a partir de la descripción siguiente con la ayuda de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención.

20 La figura 2 muestra un diagrama de bloques de otra forma de realización de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra un diagrama de boques de una forma de realización preferida de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención.

25 La figura 4 muestra un diagrama de boques de una cuarta forma de realización de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención. Está constituido por dos módulos, un ordenador principal 10 y una unidad de regulación 20. El ordenador principal 10 contiene, además, una unidad de generación de paquetes de datos 40, a la que se conduce una señal de seguridad SH1_IN, y una unidad de emisión principal 50. En la unidad de regulación 20 se encuentra una unidad de procesamiento de paquetes de datos 60, que emite una señal de desconexión SH1_OUT, y una primera unidad de recepción 70. El ordenador principal 10 y la unidad de regulación 20 están conectados a través de un canal de transmisión de datos en serie 80, que se compone de la unidad de emisión principal 50 y de la primera unidad de recepción 70, con cuya ayuda se posible a través de un canal de emisión 90 una transmisión unidireccional de datos desde el ordenador principal 10 hacia la unidad de regulación 20.

Puesto que el tipo y la estructura de las unidades de microprocesador 30 pueden ser opcionales, están provistas en el ordenador principal 10 y en la unidad de regulación 20 con los mismos signos de referencia. Pero se indica expresamente que la unidad de microprocesador 30 se puede distinguir en el ordenador principal 10, en general, de la unidad de microprocesador 30 en la unidad de regulación. De esta manera, en la unidad de microprocesador 30, en el ordenador principal 10 se puede tratar, por ejemplo, de un ordenador personal (PC), que es adecuado para recibir instrucciones a través de un aparato de entrada (teclado, ratón) y procesarlas, se representar informaciones en un monitor y de administrar datos en medios de memoria. La unidad de microprocesador 30 en la unidad de regulación 20 puede estar controlada, en cambio, por un procesador de señales así como puede contener interfaces para al registro de valores reales (valores de posición, valores de la corriente, ...) y para la activación de módulos inversores, que activan de nuevo ejes de accionamiento.

50 Durante la ejecución de un programa, tal vez para la mecanización de una pieza de trabajo a través de una máquina herramienta, que es controlada por el aparato de control numérico modular, el ordenador principal 10 transmite, a intervalos de tiempo equidistante, datos, por ejemplo valores de referencia, hacia la unidad de regulación 20. En este caso, se conducen los datos a transmitir desde la unidad de microprocesador 30 en el ordenador principal 10 hacia la unidad de generación de paquetes de datos 40. Ésta forma a intervalos de tiempo equidistante a partir de los datos a transmitir y a partir del estado de la señal de seguridad SH1_IN un paquete de datos y lo transmite a través del canal de transmisión de datos en serie 80 hacia la unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 en la unidad de regulación 20. La unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 transmite los datos contenidos en el paquete de datos a la unidad de microprocesador 30 de la unidad de regulación 20 y conecta o desconecta la señal de desconexión SH1_OUT en función del estado de la señal de seguridad SH1_IN.

60 La formación de los paquetes de datos en la unidad de generación de paquetes de datos 40 en el ordenador principal 10, la transmisión de los paquetes de datos a través del canal de transmisión de datos en serie 80 y la evaluación siguiente de los paquetes de datos, en particular del estado de la señal de seguridad SH1_IN en la unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 es en este caso independiente de la unidades de microprocesador 30. Esto significa, por una parte, que en el caso de fallo de la unidad de microprocesador 30 en el ordenador principal, se forman, además, paquetes de datos y se transmiten, por otra parte significa que también en el caso de fallo de la unidad de microprocesador 30 en la unidad de regulación 20, a la recepción de un paquete de datos se verifica el estado de la señal de seguridad SH1_IN y, dado el caso, se inicia a través de la señal de

desconexión SH1_OUT una desconexión de seguridad. Se ha revelado que es especialmente ventajoso realizar la unidad de generación de paquetes de datos 40 y también la unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 como máquinas automáticas digitales controladas por el estado (State Machines) con base de tiempo propia independiente. Tal circuito se puede integrar, por ejemplo, en un módulo lógico programable, en particular en un FPGA.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de otra forma de realización de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención. Está constituido por un ordenador principal 10 y por dos unidades de regulación 20, que están conectadas entre sí por medio de canales de transmisión de datos en serie 80 en forma de un circuito en serie. En comparación con la figura 1, las unidades de regulación 20 contienen adicionalmente una primera unidad emisores 100, que forma junto con el canal de emisión 90 y la primera unidad de recepción 70 de la unidad de regulación 20 siguiente del circuito de regulación el canal de transmisión de datos en serie 80. El canal de transmisión de datos en serie 80, que conecta el ordenador principal 10 con la primera unidad de regulación 20 del circuito en serie, se compone, como en la figura 1, por la unidad de emisión principal 50, el canal de emisión 90 y la primera unidad de recepción 70 de la primera unidad de regulación 20 del circuito en serie. La unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 en esta forma de realización está configurada de tal forma que en primer lugar evalúa el estado de la señal de seguridad SH1_IN y, dado el caso, inicia a través de la señal de desconexión SH1_OUT una desconexión de emergencia, en segundo lugar conduce los datos contenidos en el paquete de datos a la unidad de microprocesador 30 y en tercer lugar transmite paquetes de datos entrantes hacia la primera unidad de emisión 100, que los transmite hacia la unidad de regulación 20 siguiente del circuito en serie.

De esta manera, se transmite el estado de la señal de seguridad SH1_IN, a partir del ordenador principal 10, de forma secuencial hacia todas las unidades de regulación 20 del circuito en serie. Puesto que tanto la unidad de generación de paquetes de datos 40 como también la unidad de procesamiento de paquetes de datos 60 trabajan de manera independiente de las unidades de microprocesador 30, se asegura que se transmita el estado de la señal de seguridad SH1_IN también en el caso de fallo de una o de varias unidades de microprocesador 30.

Como se indica a través de la línea de trazos en la salida de la primera unidad de emisión 100 de la segunda unidad de regulación 20 del circuito en serie, la forma de realización en la figura 2 se puede ampliar con una pluralidad de otras unidades de regulación.

La figura 3 muestra, por ultimo, una forma de realización preferida de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención. Está constituido por un ordenador principal 300 y dos unidades de regulación 400 que, a partir del ordenador principal 300, están conectados entre sí en forma de un circuito en serie.

El ordenador principal 300 contiene, además de la unidad de microprocesador 30, una unidad de generación de paquetes de datos 310, una unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320, así como una unidad de emisión principal 330 y una unidad de recepción principal 340. A la unidad de generación de paquetes de datos 310 se conduce, como en los ejemplos anteriores, una señal de seguridad SH1_IN. En cambio, la unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320 emite una señal de desconexión SH2_OUT.

Las unidades de regulación 400 están constituidas por una primera unidad de generación de paquetes de datos 410, una segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 420, una primera unidad de emisión 440, una segunda unidad de recepción 450 y una segunda unidad de emisión 460. Además, en cada unidad de regulación 400 se encuentra una unidad de microprocesador 30. A la primera unidad de generación de paquetes de datos 410 se conduce una señal de seguridad SH2_IN, mientras que la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos 420 emite dos señales de salida SH1_OUT y H2_OUT.

Los canales de transmisión de datos en serie 480, a través de los cuales están conectados el ordenador principal 300 con la primera unidad de regulación 400 o bien las unidades de regulación 400 entre sí, están concebidas en este ejemplo de realización preferido de forma bidireccional. De esta manera, el canal de transmisión de datos en serie 480, que conecta el ordenador principal 300 con la primera unidad de regulación 400 con el circuito en serie, está constituido por la unidad de emisión principal 330, que emite a través del canal de emisión 490 paquetes de datos hacia la primera unidad de recepción 430 y por la unidad de recepción principal 340, que recibe a través de un canal de recepción 500 los paquetes de datos desde la segunda unidad de emisión 460. De manera similar a ello, el canal de transmisión de datos en serie 480, que conecta las unidades de regulación 400 entre sí, está constituido por la primera unidad de emisión 440, que emite a través del canal de emisión 490 paquetes de datos hacia la primera unidad de recepción 430 de la unidad de regulación 400 siguiente del circuito en serie y por la segunda unidad de recepción 450, que recibe los paquetes de datos a través del canal de recepción 500 desde la segunda unidad de emisión 460 de la unidad de regulación 400 siguiente del circuito en serie.

Una interfaz de datos en serie muy extendida, que es especialmente adecuada para la formación de los canales de transmisión de datos en serie, se conoce sobre todo a partir del campo de la Red de Área Local / Local Area Networks (LAN) y lleva la designación FAST ETHERNET (Norma IEEE Std. 802.3-2002). El procedimiento de transmisión de datos, como se describe en la Norma IEEE 802.3, sólo es adecuado, en concreto, con condiciones para aplicaciones críticas de tiempo, puesto que ha sido desarrollado de una manera predominante para la técnica

de oficinas para la transmisión de grandes cantidades de datos y de este manera no presenta un comportamiento de tiempo determinado. No obstante, sobre la base del plano físico de la Norma IEEE 802.3 (Capa 1 del modelo de capas OSI/ISO) se puede construir un sistema de transmisión de datos ato para tiempo real. Esto tiene en particular la ventaja de que se puede recurrir a una técnica probada, para la que están disponibles en el mercado un gran número de componentes a un precio favorable.

La unidad de generación de paquetes de datos 310 en el ordenador principal 300 está configurada de tal manera que durante la ejecución de un programa, a intervalos de tiempo determinados, con ventaja equidistantes, a partir de datos, que son transmitidos a ella desde la unidad 30, y a partir del estado de la señal de seguridad SH1_IN, forma paquetes de datos y los envía a través del canal de transmisión de datos en serie 480 hacia una primera unidad de regulación 400 del circuito en serie. A diferencia de los ejemplos de realización anteriores, los datos, que la unidad de microprocesador 30 transmite hacia la unidad de generación de paquetes de datos 310, contienen también todavía la información de si se trata de un acceso de escritura y/o de un acceso de lectura. La formación y la transmisión de los paquetes de datos se realizan, como en los ejemplos de realización anteriores, de manera independiente de la unidad de microprocesador 30. Si no entran datos en virtud de una función errónea desde la unidad de microprocesador 30 en la unidad de generación de paquetes de datos 31', entonces la unidad de generación de paquetes de datos 310 forma paquetes de datos, en los que la zona, que está prevista para el alojamiento de los datos a transmitir, está vacía, o no presentan, en general ninguna zona de este tipo. En la unidad de regulación 400, en la primera unidad de procesamiento de paquetes de datos 410 se leen los datos contenidos en un paquete de datos recibido y se transmiten a la unidad de microprocesador 30. Además, la primera unidad de procesamiento de paquetes de datos 410 introduce el estado de la señal de seguridad SH2_IN en el paquete de datos y lo transmite a la siguiente unidad de regulación 400 del circuito en serie.

En la última unidad de regulación 400 del circuito en serie, el canal de emisión 490 está conectado con el canal de recepción 500, es decir, que los paquetes de datos, que son emitidos desde la primera unidad de emisión 440, son retornados en dirección inversa y llegan a través de la segunda unidad de recepción 450 a la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos 420 de la unidad de regulación 400. Ésta evalúa el estado de las señales de seguridad SH1_IN y SH2_IN y conecta o desconecta las señales de desconexión SH1_OUT y SH2_OUT en función del estado de las señales de seguridad SH1_IN y SH2_IN. Además, la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos 420 introduce, durante un acceso de lectura, los datos, que le son suministrados por la unidad de microprocesador 30, en un paquete de datos y lo transmite a través del canal de transmisión de datos en serie 480 hacia la siguiente unidad de regulación 400 en la dirección del ordenador principal 300. En este lugar hay que indicar de nuevo que la transmisión del paquete de datos funciona de una manera independiente de la función de la unidad de microprocesador 30, es decir, que aunque la unidad de microprocesador 30 no transmita datos hacia la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos 420, se transmite el paquete de datos.

Por último, el paquete de datos llega a la unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320 en el ordenador principal 300. Ésta transmite los datos contenidos en el paquete de datos, dado el caso modificados por las unidades de regulación 400 para el procesamiento siguiente hacia la unidad de microprocesador 30. Para el caso de que también en el ordenador principal estén conectadas unidades relevantes para la seguridad, la unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320, evalúa el estado de la señal de seguridad SH2_IN y conecta o desconecta en función de ello la señal de desconexión SH2_OUT.

En este ejemplo de realización preferido, la relación entre las señales de seguridad SH1_IN, SH2_IN y las señales de desconexión SH1_OUT, SH2_OUT se regula de la siguiente manera: El estado de la señal de seguridad SH1_IN determina directamente el estado de la señal de desconexión SH1_OUT, es decir, que si el estado de SH1_IN señala un error, entonces en cada unidad de regulación 400 se conmuta activa la señal de desconexión SH1_OUT.

El estado de todas las señales de seguridad SH2_IN se enlaza-O, es decir, que tan pronto como la señal de seguridad SH2_IN indica un error desde una unidad de regulación 400, se conmutan activas todas las señales de desconexión SH2_OUT.

Como reconoce el experto en la técnica, la relación entre las señales de seguridad SH1_IN, SH2_IN y las señales de desconexión SH1_OUT, SH2_OUT se puede regular también de otra manera. Así, por ejemplo, la señal de seguridad SH1_IN sólo provoca una desconexión de los accionamientos de una unidad de regulación 400 determinada. Lo mismo se aplica para la pluralidad de las señales de seguridad y de las señales de desconexión. De esta manera, un número discrecional de señales de seguridad podría conducir a la desconexión de todos los módulos controlados por el control numérico modular a través de una única señal de desconexión.

Junto o en lugar de las señales de seguridad SH1_IN, SH2_IN, se pueden generar también señales de seguridad internas. Así, por ejemplo, en el ordenador principal 300 se representa con líneas de trazos una unidad de supervisión 350 del ordenador principal, a través de cuya salida llega una señal de seguridad interna SH1_IN' a la unidad de generación de paquetes de datos 310. De manera similar a ello, en las unidades de regulación 400 está prevista una unidad de supervisión 520 del regulador, a través de cuya salida se conduce una señal de seguridad interna SH1_IN' a la unidad de generación de paquetes de datos 410.

- Tales unidades de supervisión se conocen en el estado de la técnica como circuitos de vigilancia. Su función corresponde esencialmente a la de un Monoflop reactivable. Mientras el circuito permanece regularmente repuesto dentro de su tiempo de conmutación ajustado a través de un impulso de disparo, el nivel en su salida permanece igual. Si se infringe esta duración de tiempo definida, es decir, si el tiempo entre dos impulsos de disparo excede el tiempo de conmutación ajustado, se modifica el nivel en la salida del circuito. En la práctica, se puede realizar un circuito de vigilancia por ejemplo con un contador de marcha libre con salida de rebosadero, que se puede reponer a través de un impulso de disparo. Si falta el impulso de disparo se produce un desbordamiento del contador y se modifica el nivel en la salida de rebosadero.
- En el ejemplo de la figura 3, la unidad de supervisión 350 del ordenador principal recibe los impulsos de disparo a través de una línea de disparo 360 desde la unidad de microprocesador 30 del ordenador principal 300. Para impedir que la unidad de supervisión 350 del ordenador principal modifique el estado de la señal de seguridad interna SH1_IN', el programa, que es ejecutado en el ordenador principal 300, estará escrito de tal manera que se genere un impulso de disparo siempre dentro del tiempo de conmutación ajustado de la unidad de supervisión 350 del ordenador principal a través de una instrucción del programa. En el caso de una función errónea, cuando la instrucción del programa para la generación del impulso de disparo, provocada tal vez por una caída del programa, no se ejecuta ya o demasiado tarde, falta el impulso de disparo. De esta manera se excede una duración de tiempo definida y la señal de seguridad interna SH1_IN' modifica su nivel.
- Lo mismo se aplica para la unidad de supervisión del regulador 520. Ésta recibe a través de la línea de disparo 530 su impulso de disparo desde la unidad de microprocesador 30 de la unidad de regulación 400. La ausencia del impulso de disparo es señalizada aquí a través del nivel de la señal de seguridad interna SH2_IN'.
- Puesto que la formación y la emisión de paquetes de datos, que contienen el estado de las señales de seguridad interna SH1_IN' y SH2_IN', se realiza como se ha indicado anteriormente, de manera independiente de la función de las unidades de microprocesador 30, se garantiza de esta manera que se pueda iniciar, en el caso de una función errónea de una unidad de microprocesador 30, una desconexión de emergencia de todos los accionamientos conectados con el control numérico modular.
- La figura 4 muestra, por último, un diagrama de bloques de una cuarta forma de realización de un aparato de control numérico modular de acuerdo con la invención. Por razones de claridad se ha prescindido en la figura 4 de la representación de las unidades de supervisión para la generación de las señales de seguridad internas, como se han descrito con la ayuda de la figura 3.
- A diferencia del ejemplo representado en la figura 3, el ordenador principal 300 comprende en la figura 4 adicionalmente una segunda unidad de recepción principal 600, una segunda unidad de emisión principal 610 así como una segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 y una segunda unidad de generación de paquetes de datos 630.
- La segunda unidad de recepción principal 600 está conectada a través de un canal de emisión 490 con la primera unidad de emisión 440 de la unidad de regulación final 400 del circuito en serie, la segunda unidad de emisión principal 610 está conectada a través de un canal de recepción 500 con la segunda unidad de recepción 450 de la unidad de regulación final 400. De esta manera, se forma de nuevo un canal de transmisión de datos en serie 480, que conecta la unidad de regulación final 400 del circuito en serie con el ordenador principal 300.
- La segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 y la segunda unidad de generación de paquetes de datos 630 trabajan de una manera similar a la unidad de procesamiento de datos final 320 o bien a la unidad de generación de paquetes de datos 310. A la segunda unidad de generación de paquetes de datos 630 es alimentada la señal de seguridad SH1_IN. Forma a intervalos de tiempo determinados a partir de datos, que le son alimentados desde la unidad de microprocesador 30 y desde el estado de la señal de seguridad SH1_IN unos paquetes de datos y los emite a través del canal de transmisión de datos en serie 500 hacia la unidad de regulación final 400 del circuito en serie. La segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 recibe a través del canal de transmisión de datos en serie 490 unos paquetes de datos, los procesa y conmuta, en función del estado de la señal de seguridad SH2_IN, la señal de desconexión SH2_OUT. La función de la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 así como de la segunda unidad de generación de paquetes de datos 630 es de nuevo independiente de la función de la unidad de microprocesador.
- En las unidades de regulación 400, la primera unidad de procesamiento de paquetes de datos 410 está constituida en cada caso de tal forma que introduce el estado de la señal de seguridad SH2_IN en paquetes de datos entrantes y los transmite a la unidad de regulación siguiente 400 del circuito en serie. Una evaluación de las señales de seguridad SH1_IN y SH2_IN, en particular una conmutación de las señales de desconexión SH1_OUT y SH2_OUT en función del estado de las señales de seguridad SH1_IN y SH2_IN, sólo tiene lugar, en cambio, en las unidades de regulación 400 en la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos 420. Por este motivo, a la unidad de generación de paquetes de datos 310, a diferencia del ejemplo de realización en la figura 3, no se conduce ninguna señal de seguridad y la unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320 no emite ninguna señal de desconexión. En su lugar, la unidad de generación de paquetes de datos 310 lleva las zonas en los paquetes de

datos generados, que deben recibir el estado de las señales de seguridad, con valores que corresponden a las señales de seguridad inactivas.

5 Para asegurar que el estado de la señal de seguridad SH2_IN llega a todas las unidades de regulación, la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 reconstruye, a partir del estado contenido en paquetes de datos entrantes de la señal de seguridad SH2_IN, la señal SH2_IN y la conduce a la segunda unidad de generación de paquetes de datos 630, que la introduce de nuevo en paquetes de datos generados por ella. Sin esta medida, por ejemplo, unidades de regulación 400, que se encuentran delante de la unidad de regulación final 400, no reconocerían el problema que se representa a la unidad de regulación final 400 a través de la señal de seguridad SH2_IN, puesto que los paquetes de datos, que contienen el estado de la señal de seguridad SH2_IN, sólo se transmiten en la dirección del ordenador principal 300.

15 En este ejemplo de realización es especialmente ventajoso que los paquetes de datos no deban pasar dos veces por todas las unidades de regulación del circuito en serie sino que después de una sola pasada del circuito en serie, sean retornados directamente al ordenador principal 300. Además, los paquetes de datos pueden ser enviados desde dos direcciones hacia las unidades de regulación, con lo que se puede alcanzar una seguridad más elevada de la transmisión. En otras palabras, se forma una estructura anular doble, en la que los paquetes de datos, que han sido generados por la unidad de generación de paquetes de datos 310, llegan después de una pasada a través de las unidades de regulación 400 del circuito en serie (con respecto a la representación en la figura 4 en sentido horario) a la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final 620 en el ordenador principal 300 y los paquetes de datos, que han sido generados por la segunda unidad de generación de paquetes de datos 630 entran de manera similar a ello después de una pasada a través del circuito en serie (con respecto a la representación en la figura 4 en sentido contrario a las agujas del reloj) a la unidad de procesamiento de paquetes de datos final 320.

25

REIVINDICACIONES

1. Aparato de control numérico modular, que está constituido por al menos dos módulos (10, 10; 300, 400), que contienen, respectivamente, una unidad de microprocesador (30) y están conectados entre sí a través de canales de transmisión de datos (80; 480) en serie para la transmisión de informaciones en forma de paquetes de datos y los paquetes de datos contienen el estado de al menos una señal de seguridad (SH1_IN, SH2_IN, SH1_IN', SH2_IN'), en el que
- en al menos un primer módulo (10; 300) está prevista una unidad de generación de paquetes de datos (40; 310; 630) para la generación de paquetes de datos y para la transmisión de estos paquetes de datos hacia al menos otro módulo (30; 300), y la unidad de generación de paquetes de datos (40; 310; 630) trabaja de manera independiente de la función de la unidad de microprocesador (30) del al menos un primer módulo (10; 300) y
 - en al menos un segundo módulo (20; 400) está prevista una unidad de procesamiento de paquetes de datos (60; 320, 410, 420; 620),
- caracterizado por que** con la unidad de procesamiento de paquetes de datos, independientemente de la función de la unidad de microprocesador (30) del al menos un segundo módulo (20; 400), se pueden procesar paquetes de datos, que entran desde el al menos un primer módulo (10; 300) y/o se pueden transmitir hacia al menos otro módulo 10, 20; 300, 400).
2. Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** a la unidad de generación de paquetes de datos (40; 310; 630) se conduce al menos una señal de seguridad (SH1_IN, SH1_IN') y el estado de la al menos una señal de seguridad (SH1_IN, SH1_IN') se puede introducir en paquetes de datos generados por la unidad de generación de paquetes de datos (40; 310; 630).
3. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la generación y la transmisión de paquetes de datos se realiza a intervalos de tiempo determinados.
4. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de procesamiento de paquetes de datos (60; 320, 410, 420; 620) emite en función de al menos una señal de seguridad (SH1_IN, SH2_IN, SH1_IN', SH2_IN') contenida en el paquete de datos al menos una señal de desconexión (SH1_OUT, SH2_OUT).
5. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** a la unidad de procesamiento de paquetes de datos (60; 320, 410, 420; 620) se conduce al menos una señal de seguridad (SH2_IN, SH2_IN'), cuyo estado se puede insertar en paquetes de datos recibidos y los paquetes de datos se pueden transferir al menos a otro módulo (10, 20; 300, 400).
6. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el al menos un primer módulo es un ordenador principal (10) y el al menos un segundo módulo es una unidad de regulación (20), que se conectan entre sí a través de un canal de transmisión de datos (80) en serie en forma de un circuito en serie, en el que
- en el ordenador principal (10) está dispuesta una unidad de generación de paquetes de datos (40),
 - en la al menos una unidad de regulación (20) está prevista una unidad de procesamiento de paquetes de datos (60).
7. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el al menos un primer módulo es un ordenador principal (300) y el al menos un segundo módulo es una unidad de regulación (400), que se conectan entre sí a través de canales de transmisión de datos (480) en serie en forma de un circuito en serie, en el que
- en el ordenador principal (300) está dispuesta una unidad de generación de paquetes de datos (310),
 - en la al menos una unidad de regulación (400) está prevista una unidad de procesamiento de paquetes de datos (410), con la que se pueden procesar paquetes de datos que entran desde la dirección del ordenador principal (300) y se puede transmitir hacia la unidad de regulación (400) siguiente del circuito en serie y
 - en la al menos una unidad de regulación (400) está prevista, además, una segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos (420), con la que se pueden procesar paquetes de datos que entran desde la dirección de la unidad de regulación final (400) del circuito en serie y se pueden transmitir en la dirección del ordenador principal (300).
- 8.- Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** los canales de transmisión de datos (480) en serie contienen un canal de emisión (490) y un canal de recepción (500) y en la unidad de regulación final (400) del circuito en serie el canal de emisión (400) está conectado con el canal de recepción (500) y de esta manera se pueden transmitir paquetes de datos, que entran desde la dirección del

ordenador principal (300) en la unidad de regulación final (400) del circuito en serie, de nuevo en la dirección del ordenador principal (300).

5 9.- Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** en el ordenador principal (300) está prevista, además, una unidad de procesamiento de paquetes de datos final (320) para el procesamiento de paquetes de datos que, en función del estado contenido en paquetes de datos recibidos de al menos una señal de seguridad, (SH2_IN) conmuta una señal de desconexión (SH2_OUT).

10 10. Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que**

10 - el ordenador principal contiene, además, una segunda unidad de generación de paquetes de datos (630) y
15 - la unidad de regulación final (400) del circuito en serie está conectada a través de un canal de transmisión de datos (480) en serie de nuevo con el ordenador principal (300) y se pueden transmitir paquetes de datos tanto desde la unidad de generación de paquetes de datos (310) en la dirección de la unidad de regulación final (400) como también desde la segunda unidad de generación de paquetes de datos (630) dirección opuesta del circuito en serie.

20 11. Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** en el ordenador principal (300) está prevista, además, una unidad de procesamiento de paquetes de datos final (320) para el procesamiento de paquetes de datos, que entran desde la dirección de la unidad de regulación final (400) del circuito en serie.

25 12.- Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** en el ordenador principal (300) está prevista, además, una segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final (620) para el procesamiento de paquetes de datos, que entran desde la dirección de la primera unidad de regulación (400) del circuito en serie.

30 13. Aparato de control numérico modular de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** la segunda unidad de procesamiento de paquetes de datos final (620) conmuta, en función del estado, contenido en paquetes de datos recibidos, de al menos una señal de seguridad (SH2_IN), una señal de desconexión (SH2_OUT).

35 14. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado por que** en el ordenador principal (300) se encuentra una unidad de supervisión (3450) del ordenador principal, que emite a la unidad de generación de paquetes de datos (310) una primera señal de seguridad interna (SH1_IN'), cuyo estado se modifica en el caso de que se exceda una duración de tiempo definida y la medición de la duración de tiempo definida se repone en la unidad de supervisión (350) desde la unidad de microprocesador (30) a través de una línea de disparo (360).

40 15. Aparato de control numérico modular de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 14, **caracterizado por que** en la al menos una unidad de regulación (400) se encuentra una unidad de supervisión (520), que emite a la primera unidad de procesamiento de paquetes de datos (410) una segunda señal de seguridad interna (SH2_IN'), cuyo estado se modifica en el caso de que se exceda una duración de tiempo definida y se puede reponer la medición de la duración de tiempo definida en la unidad de supervisión (520) del regulador desde la unidad de microprocesador (30) a través de una línea de disparo (530).

45

FIG. 1

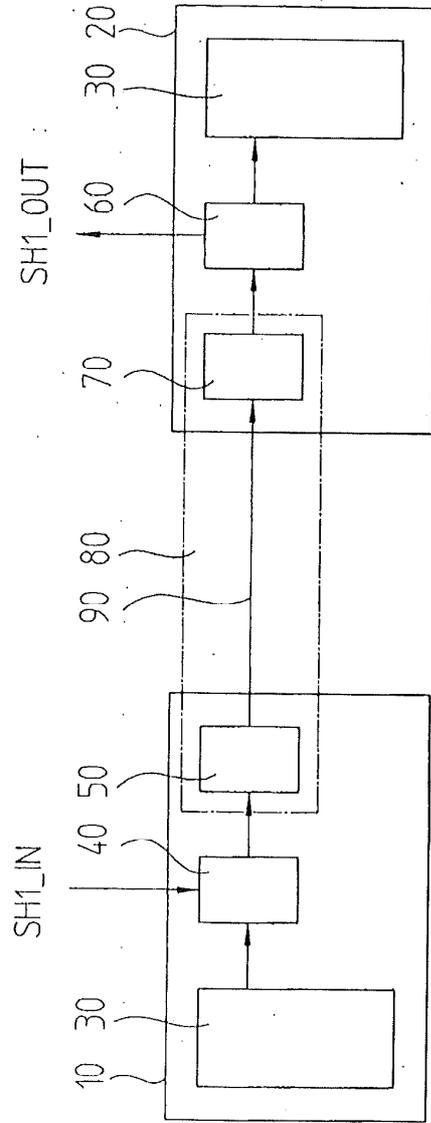


FIG. 2

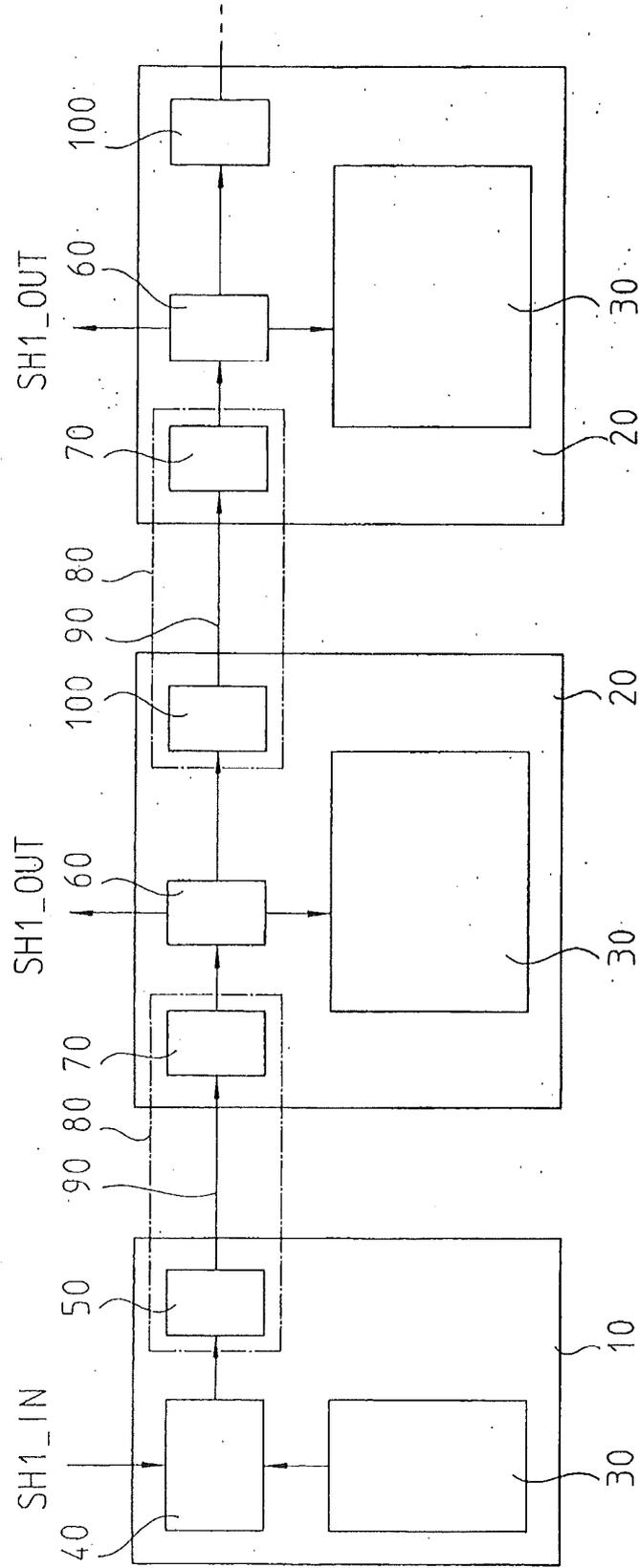


FIG. 3

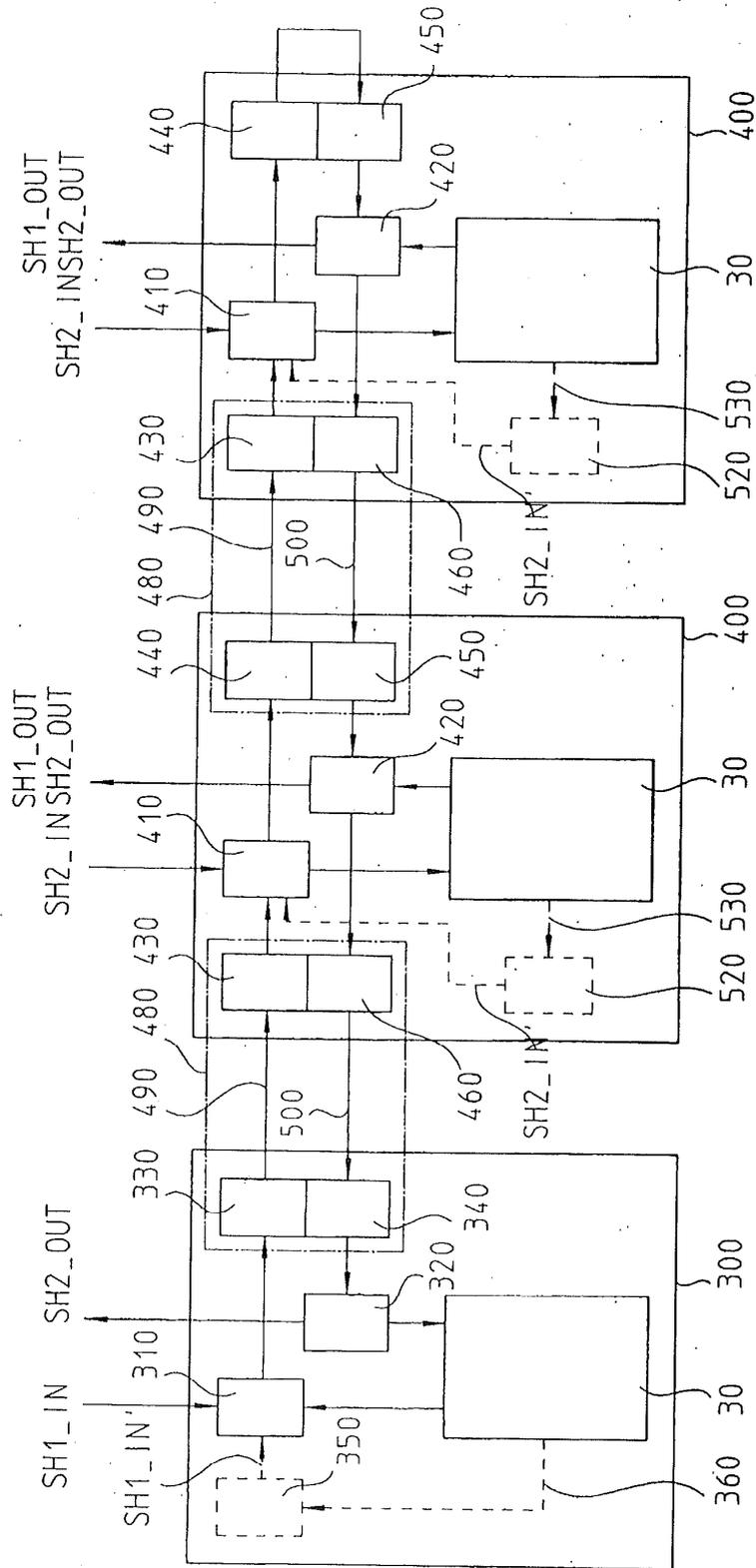


FIG. 4

