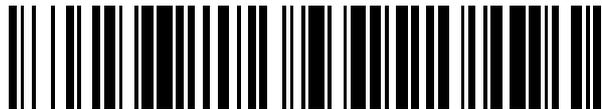


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 950**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/751 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015** E 15185045 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018** EP 3142296

54 Título: **Procedimiento para la configuración de un aparato de control modular de un sistema de automatización industrial y aparato de control modular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ALBRECHT, HARALD;
PLONKA, REINER y
STUTZ, HARTMUT**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 678 950 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

Procedimiento para la configuración de un aparato de control modular de un sistema de automatización industrial y aparato de control modular.

5 Los sistemas de automatización industriales se utilizan para el monitoreo, el control y la regulación de procesos técnicos, en particular en el área de la automatización de fabricación, de procesos y de edificios, y posibilitan un funcionamiento de dispositivos de control, sensores, máquinas e instalaciones industriales, el cual debe tener lugar del modo más autónomo posible e independientemente de intervenciones humanas. Debido a la importancia, en aumento continuo, de la tecnología de la información para sistemas de automatización que comprenden numerosas unidades interconectadas de control, así como de cálculo, cobran marcada importancia los procedimientos para una
10 puesta a disposición fiable de funciones distribuidas mediante un sistema de automatización, para una puesta a disposición de funciones de monitoreo, de control y de regulación.

Las interrupciones de conexiones de comunicaciones entre unidades de cálculo de un sistema de automatización industrial o de aparatos de automatización pueden conducir a una repetición no deseada o innecesaria de una transmisión de una petición de servicio. Esto provoca una carga de trabajo adicional de las conexiones de
15 comunicaciones del sistema de automatización industrial, lo cual puede conducir a otras perturbaciones o a errores del sistema. Además, mensajes no transmitidos o transmitidos de forma incompleta, pueden impedir por ejemplo un paso o permanencia de un sistema de automatización industrial a un estado de funcionamiento seguro. Esto puede conducir finalmente a una avería de una instalación de producción completa y a un estado de detención costoso de la producción. Una problemática especial se presenta en sistemas de automatización industriales formados
20 usualmente por un tráfico de mensajes comparativamente con muchos mensajes, pero relativamente cortos, debido a lo cual se acentúan los problemas antes mencionados.

Por la solicitud EP 1 188 293 B1 se conoce un módulo de interfaces para un controlador programable de almacenamiento, el cual posibilita una transmisión de peticiones de datos a través de un aparato de comunicaciones o de una unidad de cálculo fuera de un sistema de automatización industrial, hacia el controlador programable de
25 almacenamiento, por ejemplo por Internet. El módulo de interfaces comprende un procesador con un sistema operativo en tiempo real, una interfaz de comunicaciones y un controlador del bus de panel posterior para un sistema de bus de panel posterior del controlador programable de almacenamiento. Además, en el módulo de interfaces se implementa una pila de protocolo doble que comprende una primera y una segunda pila de protocolo, así como un proceso de control del cliente. El proceso de control del cliente se utiliza para comunicarse con la pila
30 de protocolo doble, así como con el controlador del bus de panel posterior, y para iniciar peticiones de datos. De manera adicional se proporciona un proceso de control del servidor para comunicarse con la pila de protocolo doble, así como con el controlador del bus de panel posterior, y para responder peticiones de datos. Además, un proceso de control de protocolo se utiliza para comunicarse con la pila de protocolo doble, así como con el controlador del bus de panel posterior, y para solicitar, así como responder, peticiones dirigidas a la pila de protocolo. Como la
35 primera pila de protocolo se proporciona para mensajes sin tiempo crítico, los mensajes con tiempo crítico son tratados por la segunda pila de protocolo.

En la solicitud US 2004/0114591 A1 se describe un controlador programable de almacenamiento que comprende un sistema de bus de panel posterior, así como un módulo conectado al sistema de bus de panel posterior, los cuales se comunican mediante el protocolo de comunicaciones de Internet (IP), a través del sistema de bus de panel
40 posterior. De este modo, cada módulo presenta una dirección IP propia.

La solicitud EP2913727A1 hace referencia a un aparato de automatización industrial con un sistema de bus de panel posterior, varios módulos de funcionamiento conectados al sistema de bus de panel posterior, los cuales comprenden respectivamente un adaptador de red de comunicaciones, una unidad de funcionamiento para la implementación de una pila de protocolo de comunicaciones, y un elemento puente vinculado al adaptador de red de
45 comunicaciones. Se proporciona además un módulo de enrutador conectado al sistema de bus de panel posterior, el cual comprende un adaptador de red de comunicaciones, una unidad de funcionamiento vinculada al adaptador de red de comunicaciones, para la implementación de una pila de protocolo de comunicaciones de enrutador y para cada módulo de funcionamiento respectivamente un elemento de enlace. Un elemento de enlace de esa clase vincula la unidad de funcionamiento para la implementación de la pila de protocolo de comunicaciones de enrutador, mediante el sistema de bus de panel posterior, con el elemento puente del respectivo módulo de funcionamiento. Solamente la pila de protocolo de comunicaciones del módulo de enrutador comprende funciones de enrutamiento. En la solicitud US2003/236870 se describe un procedimiento para la selección de un enrutador "designado" en una red de recubrimiento, donde el enrutador designado reúne y distribuye la topología de red relativa a otros enrutadores. La selección se realiza a través de la comparación de las prioridades de los distintos ordenadores. El
50 objeto de la presente invención consiste en crear un procedimiento que posibilite una configuración con poca inversión de un aparato de control modular que puede conectarse a varias subredes diferentes, así como en proporcionar un aparato de control adecuado.

De acuerdo con la invención, dicho objeto se soluciona a través de un procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 1 y a través de un aparato de control modular con las características indicadas en la reivindicación 13. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

5 El procedimiento según la invención se proporciona para la configuración de un aparato de control modular que comprende una unidad central para el procesamiento de programas de control y al menos un módulo de comunicaciones, los cuales respectivamente comprenden un enrutador integrado y están conectados uno con otro mediante un sistema de bus de panel posterior. De este modo, primeros enrutadores presentan una función de enrutador ampliada para una conexión con una red de comunicaciones superordinada, mientras que segundos enrutadores presentan una función de enrutador limitada para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada. Una transmisión de datos mediante el sistema de bus de panel posterior tiene lugar preferentemente en correspondencia con el protocolo Internet.

De acuerdo con la invención, las unidades de configuración del enrutador de los primeros enrutadores, respectivamente mediante unidades de configuración del enrutador de otros enrutadores, detectan funciones de enrutador disponibles y valores de prioridad asociados de los respectivos enrutadores. Además, las unidades de configuración del enrutador de los primeros enrutadores, respectivamente mediante las funciones de enrutador detectadas, de otros enrutadores, verifican si se encuentran presentes otros primeros enrutadores. Además, las unidades de configuración de enrutador de los primeros enrutadores, en el caso de otros primeros enrutadores que se encuentran presentes, respectivamente mediante los valores de prioridad, verifican a qué primer enrutador se encuentra asociado el valor de prioridad más elevado. El primer enrutador con el valor de prioridad más elevado se configura como enrutador superordinado para una conexión con una red de comunicaciones superordinada. Todos los enrutadores restantes se configuran respectivamente como enrutadores subordinados para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada, y asumen una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada a través del enrutador superordinado. De este modo, también sin una planificación anterior, puede asegurarse una conexión automática de un aparato de control modular con una pluralidad de subredes de niveles de campo subordinadas, así como con una red de comunicaciones superordinada.

En correspondencia con un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento según la invención, el enrutador de la unidad central se configura como enrutador superordinado, en el caso de que no se encuentre presente ningún primer enrutador. En ese caso, el enrutador de la unidad central puede asumir por ejemplo una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada mediante un sistema de planificación, de modo que está asegurada siempre una configuración definida.

Asimismo, en correspondencia con otra variante ventajosa de la presente invención, el enrutador superordinado, mediante su unidad de configuración de enrutador, puede asumir una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred desde la red de comunicaciones superordinada. Preferentemente, los enrutadores subordinados, mediante su respectiva unidad de configuración de enrutador, asumen la configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred del enrutador superordinado. Se encuentra garantizada con ello una configuración consistente, de unos con respecto a otros, de todos los enrutadores integrados del aparato de control modular.

En correspondencia con una variante preferente del procedimiento según la invención, configuraciones de los enrutadores restantes, en el caso de una separación sin sustitución de un módulo de comunicaciones, se mantienen invariables durante la operación en curso. De manera ventajosa, la unidad de configuración del enrutador asociada a la unidad central, durante la operación en curso, solamente, así como después de la adición de un módulo de comunicaciones, verifica qué enrutador debe configurarse como enrutador superordinado. Conforme a ello, la unidad de configuración del enrutador asociada a la unidad central, sólo en el caso de una modificación del enrutador superordinado, provoca una reconfiguración de enrutadores, cuya configuración depende respectivamente de la modificación del enrutador superordinado. De ese modo, la configuración del aparato de control modular puede mantenerse tan estable como sea posible durante la operación en curso. En particular, de este modo, un intercambio aún no finalizado por completo, de módulos de comunicaciones, no conduce a una configuración inconsistente o inestable del sistema. Asimismo, en este sentido puede preverse que la unidad de configuración del enrutador asociada a la unidad central se bloquee contra modificaciones de configuración durante una ejecución del programa de control. En ese caso, la unidad de configuración asociada a la unidad central, durante una ejecución del programa de control, está bloqueada contra modificaciones de configuración preferentemente también en el caso de la adición de un módulo de comunicaciones.

En correspondencia con otra variante de la presente invención, las unidades de configuración del enrutador de los primeros enrutadores, en el caso de encontrarse presentes otros enrutadores, verifican si en la unidad central está almacenada una planificación de un enrutador superordinado, la cual es prioritaria con respecto a los valores de prioridad de los respectivos primeros enrutadores. De manera ventajosa, el primer enrutador se configura como enrutador superordinado, en correspondencia con la planificación almacenada en la unidad central, en el caso de un

resultado de verificación positivo. De este modo, una topología de enrutador deseada puede determinarse también a través de una configuración planificada.

El aparato de control modular según la invención se proporciona para ejecutar un procedimiento correspondiente a las explicaciones precedentes, y comprende una unidad central para el procesamiento de programas de control y al menos un módulo de comunicaciones, los cuales respectivamente comprenden un enrutador integrado y están conectados uno con otro mediante un sistema de bus de panel posterior. De este modo, primeros enrutadores presentan una función de enrutador ampliada para una conexión con una red de comunicaciones superordinada, mientras que segundos enrutadores presentan una función de enrutador limitada para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada. Las unidades de configuración del enrutador de los primeros enrutadores, respectivamente mediante unidades de configuración del enrutador de otros enrutadores, están diseñadas y preparadas para detectar funciones de enrutador disponibles y valores de prioridad asociados de los respectivos enrutadores. Además, las unidades de configuración del enrutador de los primeros enrutadores, respectivamente mediante las funciones de enrutador detectadas, de otros enrutadores, están diseñadas y preparadas para verificar si se encuentran presentes otros primeros enrutadores.

De acuerdo con la invención, las unidades de configuración de enrutador de los primeros enrutadores, en el caso de otros primeros enrutadores que se encuentran presentes, respectivamente mediante los valores de prioridad, están diseñadas y preparadas para verificar a qué primer enrutador se encuentra asociado el valor de prioridad más elevado. Además, los enrutadores están diseñados y preparados de modo que el primer enrutador con el valor de prioridad más elevado se configura como enrutador superordinado para una conexión con una red de comunicaciones superordinada. De manera adicional, los enrutadores están diseñados y preparados de modo que todos los enrutadores restantes se configuran respectivamente como enrutadores subordinados para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada, y asumen una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada a través del enrutador superordinado.

A continuación, la presente invención se explicará en detalle a través de un ejemplo de ejecución, haciendo referencia al dibujo. En el dibujo muestran:

Figura 1: una representación esquemática de un aparato de control modular de un sistema de automatización industrial con varios módulos de comunicaciones conectados a un sistema de bus de panel posterior, y enrutadores integrados,

Figura 2: el aparato de control modular según la figura 1, a cuyos enrutadores integrados está asociado respectivamente un gestor de enrutador o un componente de gestor de topología de enrutador.

El aparato de control modular representado en la figura 1 presenta una unidad central de control 101 y varios procesadores de comunicaciones 102 que están conectados unos con otros mediante un bus de panel posterior 103 basado en IPv6. El aparato de control modular, en el presente ejemplo de ejecución, es un controlador programable de almacenamiento.

Tanto la unidad central de control 101 como los procesadores de comunicaciones 102, comprenden respectivamente al menos una interfaz Ethernet-105, así como una interfaz de bus de campo 106, para la interconexión de enlace ascendente del aparato de control modular a una red de la instalación 111, así como para la interconexión de enlace descendente a subredes del bus de campo 112. Las interfaces Ethernet 105, además de para la interconexión de enlace ascendente, pueden utilizarse también para la interconexión de enlace descendente en subredes del bus de campo basadas en PROFINET. Además, la unidad central de control 101 y los procesadores de comunicaciones 102 comprenden respectivamente un enrutador 104 integrado que implementa en particular una pila del protocolo de comunicaciones IP y, mediante controladores de interfaces, como elementos de abstracción de hardware, accede a interfaces de Ethernet 105, así como a interfaces del bus de campo 106.

En los aparatos de control modulares anteriores, antes de la puesta en funcionamiento debe proyectarse qué interfaz se prevé para la interconexión de enlace ascendente y qué interfaces se utilizan para la interconexión de enlace descendente. Puesto que el bus de panel posterior 103 del aparato de control modular posibilita una estructura de un enlace IPv6 independiente y puede tratarse a través de pilas IPv6 como enlace Ethernet, pueden utilizarse funciones disponibles también en el bus de panel posterior 103. Se considera aquí en particular una producción descentralizada independiente de direcciones IPv6.

Para organizar dentro de una jerarquía los enrutadores 104 integrados en la unidad central de control 101 y en los procesadores de comunicaciones 102, a cada enrutador 104 se asigna un rol como enrutador de enlace ascendente o un rol como enrutador de enlace descendente. Usualmente, por aparato de control modular se proporciona sólo un enrutador como enrutador de enlace ascendente. En casos especiales, varios enrutadores pueden asumir al mismo tiempo el rol como enrutadores de enlace ascendente. Aplican en ese caso reglas correspondientes para redes multi-homed con interconexión automática.

El enrutador de enlace ascendente representa para el bus de panel posterior 103 un enrutador por defecto para el enrutador de enlace descendente. De este modo se establece una interfaz del enrutador de enlace ascendente como interfaz de enlace ascendente. Todas las interfaces restantes del enrutador de enlace ascendente se tratan como interfaces de enlace descendente. Los enrutadores de enlace descendente usan el enrutador de enlace ascendente como su enrutador por defecto. A excepción de interfaces internas de los enrutadores de enlace descendente con respecto al bus de panel posterior 103, todas las interfaces de los enrutadores de enlace descendente se tratan como interfaces de enlace descendente. Un enrutador IPv6, mediante la interfaz de enlace ascendente, asume prefijos de subred, así como su configuración DNS, por tanto direcciones de servidor DNS y lista de búsqueda DNS. Los prefijos de subred pueden asumirse por ejemplo en el marco de una delegación de prefijo jerárquica o centralizada. La configuración DNS de los enrutadores se transmite mediante subredes inferiores a las respectivas interfaces de enlace descendente, en particular subredes del bus de campo basadas en PROFINET.

Para establecer una vinculación topológica de los enrutadores 104 integrados dentro del aparato de control modular, la unidad central de control 101, en correspondencia con la figura 2, comprende un componente de gestor de topología de enrutador 201. De manera análoga, los procesadores de comunicaciones 103 presentan respectivamente un componente de gestor de enrutador 202 correspondiente. El componente de gestor de topología de enrutador 201 se proporciona para una coordinación de la vinculación topológica de los enrutadores 104 integrados dentro del aparato de control modular. Mediante el bus de panel posterior 103, el componente de gestor de topología de enrutador 201, por medio del respectivo componente de gestor de enrutador 202, por procesador de comunicaciones 102, para la coordinación, solicita información relevante, en particular principalmente posibles roles de enrutador. La información sobre posibles roles de enrutador, junto con un valor de prioridad asociado al respectivo enrutador 104, se almacena respectivamente en una base de datos 203 que está asociada al componente de gestor de topología de enrutador 201, así como al respectivo componente de gestor de enrutador 202. En el presente ejemplo de ejecución, para la información almacenada en la respectiva base de datos 203, aplican las siguientes disposiciones generales que se indican a continuación.

1- Para una unidad central de control con capacidad de enlace ascendente, en la respectiva base de datos 203 se almacenan "enlace ascendente posible" como atributo de roles y el valor de prioridad 0.

2- Para un procesador de comunicaciones PROFINET, para la interconexión de subredes del bus de campo, en la respectiva base de datos 203 se almacenan "sólo enlace descendente" como atributo de roles y el valor de prioridad 0.

3- Para un procesador de comunicaciones Ethernet, para la interconexión a una red de la instalación, en la respectiva base de datos 203 se almacenan "enlace ascendente" como atributo de roles y el valor de prioridad 10.

El componente de gestor de topología del enrutador 201, en base a la información solicitada, realiza una valoración para establecer roles de enrutador concretos para los enrutadores 104 de la unidad central de control 101 y de los procesadores de comunicaciones 102. Esos roles de enrutador establecidos se utilizan entonces para la configuración de los enrutadores 104 integrados, en particular en cuanto a componentes de función de enrutador, como RARelay 204 (Router Advertisement/anuncio de enrutador) y DHCPv6-Relay 205 (Dynamic Host Configuration Protocol/protocolo de configuración dinámica de host). En el presente ejemplo de ejecución, en la valoración de la información solicitada a través del componente de gestor de topología el enrutador 201, aplican los principios generales que se indican a continuación.

1. Para un enrutador con atributo de roles "sólo enlace descendente" se configura siempre un rol como enrutador de enlace descendente. Con ello la valoración está concluida.

2. En el caso de varios enrutadores con atributo de roles "posible enlace ascendente", el enrutador con el valor de prioridad más elevado se configura como enrutador de enlace ascendente;

3. todos los enrutadores restantes con atributo de roles "posible enlace ascendente" se configuran como enrutador de enlace descendente.

Una vez concluida la valoración, el componente de gestor de topología de enrutador 201 de la unidad central de control 101, mediante el bus de panel posterior 103, transmite información a los componentes de gestor de enrutador 202 de los procesadores de comunicaciones 102, sobre qué rol de enrutador debe configurarse respectivamente. Los componentes de gestor de enrutador 202 configuran entonces de forma correspondiente sus enrutadores 104 asociados. De manera análoga, esto aplica también para el rol de enrutador del enrutador 104 integrado en la unidad central de control 101, configurado a través del componente de gestor de topología de enrutador 201.

5 Si se cambian procesadores de comunicaciones durante la operación en curso (hot plugging/conexión en caliente), debe asegurarse que roles de enrutador configurados no se modifiquen de forma autónoma o de forma no coordinada. En lugar de ello, hasta un nuevo aviso, deben mantenerse las vinculaciones topológicas de los enrutadores 104 integrados dentro del aparato de control modular. Por lo tanto, al componente de gestor de topología de enrutador 201 de la unidad central de control 101, en el caso de la adición de un procesador de comunicaciones, se transmite solamente un aviso de evento correspondiente. Sólo después de ese aviso de evento el componente de gestor de topología de enrutador 201 realiza una nueva valoración de roles de enrutador que deben ser determinados. Solamente en el caso de que debido a esa nueva valoración se modifique un rol de enrutador, el componente de gestor de topología de enrutador 201 provoca una reconfiguración del respectivo enrutador 104. En particular, en el caso de una separación de procesadores de comunicaciones 102 del aparato de control modular, información de reconfiguración no se desecha inmediatamente, sino que en primer lugar se conserva. De este modo se impide que, en el caso de procesos de separación - adición que se superponen, procesadores de comunicaciones aún no sustituidos queden fuera de la valoración antes mencionada.

15 Además, el componente de gestor de topología de enrutador 201 de la unidad central de control 101 puede bloquearse tan pronto como un programa de control se ejecuta en el aparato de control modular, para asegurar una ejecución del programa en base a vinculaciones topológicas estables de los enrutadores 104 integrados dentro del aparato de control modular. En ese sentido, tampoco en el caso de eventos de adición se realiza una nueva valoración de roles de enrutador que deben ser determinados.

20 En principio, una topología de enrutador deseada puede predeterminarse a través de una configuración total creada mediante un sistema de planificación o de ingeniería. De este modo, roles de enrutador se planifican mediante un sistema de ingeniería durante una fase de planeamiento y se almacenan en la base de datos 203 de la unidad central del control 101, como configuración total. Los roles de enrutador planificados, a través del componente de gestor de topología de enrutador 201 de la unidad central de control 101, mediante el bus de panel posterior 103, se transmiten a los componentes de gestor de enrutador 203 de los procesadores de comunicaciones 102, para un procesamiento posterior.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la configuración de un aparato de control modular de un sistema de automatización industrial, en el cual
- 5 - el aparato de control comprende una unidad central (101) para el procesamiento de programas de control y al menos un módulo de comunicaciones (102) que comprenden respectivamente un enrutador (104) integrado y están conectados uno con otro mediante un sistema de bus de panel posterior (103),
- 10 - a cada enrutador (104) integrado se asigna un rol como primer enrutador o un rol como segundo enrutador, donde primeros enrutadores, como enrutadores de enlace ascendente, presentan una función de enrutador ampliada para una conexión con una red de comunicaciones superordinada (111), y segundos enrutadores, como enrutadores de enlace descendente, presentan una función de enrutador limitada para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada (112),
- caracterizado porque
- 15 - unidades de configuración del enrutador (201) de los primeros enrutadores, respectivamente mediante unidades de configuración del enrutador (202) de otros enrutadores, detectan funciones de enrutador disponibles y valores de prioridad asociados de los respectivos enrutadores,
- 20 - las unidades de configuración del enrutador (201) de los primeros enrutadores, respectivamente mediante las funciones de enrutador detectadas, de otros enrutadores, verifican si se encuentran presentes otros primeros enrutadores,
- 20 - las unidades de configuración de enrutador (201) de los primeros enrutadores, en el caso de otros primeros enrutadores que se encuentran presentes, respectivamente mediante los valores de prioridad, verifican a qué primer enrutador se encuentra asociado el valor de prioridad más elevado,
- 25 - el primer enrutador con el valor de prioridad más elevado se configura como enrutador superordinado para una conexión con una red de comunicaciones superordinada (111),
- 25 - todos los enrutadores restantes se configuran respectivamente como enrutadores subordinados para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada (112), y asumen una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada a través del enrutador superordinado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el enrutador (104) de la unidad central (101) se configura como enrutador superordinado, en el caso de que no se encuentre presente ningún primer enrutador.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en donde el enrutador (104) de la unidad central (101) asume una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada mediante un sistema de planificación.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el enrutador superordinado, mediante su unidad de configuración de enrutador (201), asume una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred desde la red de comunicaciones superordinada (111).
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los enrutadores subordinados, mediante su respectiva unidad de configuración de enrutador (202), asumen la configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred del enrutador superordinado.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde configuraciones de los enrutadores restantes, en el caso de una separación sin sustitución de un módulo de comunicaciones (102), se mantienen invariables durante la operación en curso.
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en donde la unidad de configuración del enrutador (201) asociada a la unidad central (101), durante la operación en curso, sólo en el caso de la adición de un módulo de comunicaciones (102) verifica qué enrutador debe configurarse como enrutador superordinado, y en donde la unidad de configuración del enrutador (201) asociada a la unidad central (101), sólo en el caso de una modificación del enrutador superordinado, provoca una reconfiguración de un enrutador, cuya configuración depende de la modificación del enrutador superordinado.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad de configuración del enrutador (201) asociada a la unidad central (101) se bloquea contra modificaciones de configuración durante una ejecución del programa de control.
- 5 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en donde la unidad de configuración (201) asociada a la unidad central (101), durante una ejecución del programa de control, está bloqueada contra modificaciones de configuración también en el caso de la adición de un módulo de comunicaciones.
- 10 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde las unidades de configuración del enrutador (201) de los primeros enrutadores, en el caso de encontrarse presentes otros enrutadores, verifican si en la unidad central (101) está almacenada una planificación de un enrutador superordinado, la cual es prioritaria con respecto a los valores de prioridad de los respectivos primeros enrutadores.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en donde el primer enrutador se configura como enrutador superordinado, en correspondencia con la planificación almacenada en la unidad central (101), en el caso de un resultado de verificación positivo.
- 15 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde una transmisión de datos tiene lugar mediante el sistema de bus de panel posterior (103), en correspondencia con el protocolo Internet.
13. Aparato de control modular de un sistema de automatización industrial para la ejecución de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el cual
- 20 - el aparato de control comprende una unidad central (101) para el procesamiento de programas de control y al menos un módulo de comunicaciones (102) que comprenden respectivamente un enrutador (104) integrado y están conectados uno con otro mediante un sistema de bus de panel posterior (103),
- 25 - a cada enrutador (104) integrado se encuentra asignado un rol como primer enrutador o un rol como segundo enrutador, donde primeros enrutadores, como enrutadores de enlace ascendente, presentan una función de enrutador ampliada para una conexión con una red de comunicaciones superordinada (111), y segundos enrutadores, como enrutadores de enlace descendente, presentan una función de enrutador limitada para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada (112),
- 30 - unidades de configuración del enrutador (201) de los primeros enrutadores, respectivamente mediante unidades de configuración del enrutador (202) de otros enrutadores, están diseñadas y preparadas para detectar funciones de enrutador disponibles y valores de prioridad asociados de los respectivos enrutadores,
- 30 - las unidades de configuración del enrutador (201) de los primeros enrutadores, respectivamente mediante las funciones de enrutador detectadas, de otros enrutadores, están diseñadas y preparadas para verificar si se encuentran presentes otros primeros enrutadores,
- 35 - las unidades de configuración de enrutador (201) de los primeros enrutadores, en el caso de otros primeros enrutadores que se encuentran presentes, respectivamente mediante los valores de prioridad, están diseñadas y preparadas para verificar a qué primer enrutador se encuentra asociado el valor de prioridad más elevado,
- 35 - los enrutadores están diseñados y preparados, de modo que
- el primer enrutador con el valor de prioridad más elevado se configura como enrutador superordinado para una conexión con una red de comunicaciones superordinada (111), y de modo que
- 40 - todos los enrutadores restantes se configuran respectivamente como enrutadores subordinados para una conexión con una subred de niveles de campo subordinada (112), y asumen una configuración de direcciones de servicio de denominación y de subred, predeterminada a través del enrutador superordinado.

FIG 1

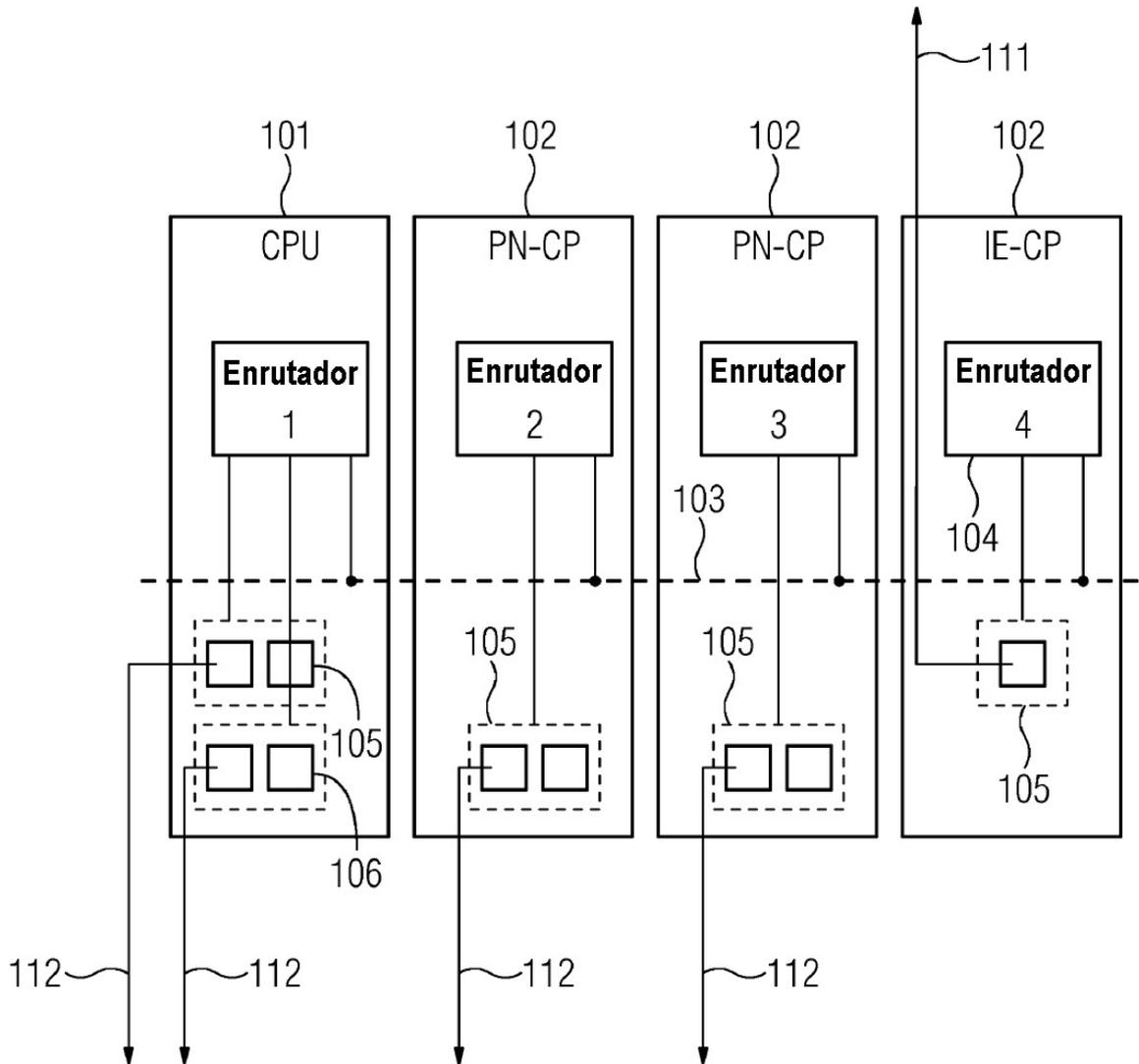


FIG 2

